

**Universidad  
Autónoma  
Metropolitana**



Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO**  
Especialización, Maestría y Doctorado en Diseño

**SISTEMA PORTÁTIL DE CONSERVACIÓN Y  
TRANSPORTACIÓN DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS  
PARA TRASPLANTE**

**Juan Ricardo Lopez Duran**

Tesis para optar por el grado de Maestro en Diseño  
Posgrado en Diseño y Desarrollo de Productos

MIEMBROS DEL JURADO:

**Mtro. Gerardo R. Linares Correa**  
*Director de la tesis*

Dra. María Aguirre Tamez

Dr. Emilio Martínez de Velasco Arellano

Dr. José Gustavo Iván Garmendia Ramírez

Mtro. Sabino Henry Escamilla Toloza

Ciudad de México  
Diciembre del 2017.

### **Dedicatorias y Agradecimientos.**

- **A mi madre, Catalina Duran:** Por su apoyo incondicional en muchos momentos de mi vida.
- **A mi hermana Adriana Duran:** por estar siempre a nuestro lado y ayudarnos en lo que más puedes y ser buena hermana.
- **A mi Asesor Gerardo Linares.** Gracias por tu apoyo en tantas cosas tanto en la carrera como en la Maestría, y seguir aprendiendo de ti, en muchos aspectos y no solo en lo académico.
- **A mi sobrino Ian L. Duran.** Gracias por el impulso que siempre me diste y que también te sirva a ti para seguir adelante y ejemplo.
- **A mi sobrina Catherine L. Duran:** Gracias por tu apoyo en muchas cosas y que te sirva también de ejemplo.
- **A mi hermana Elsa López:** Gracias por tener siempre tu apoyo incondicional.
- **A mi hermana cristina López:** Sin ti esto no sería posible muchas gracias.
- **A mi hermana Norma López:** Hermana te agradezco tanto el impulso que me diste en muchas ocasiones.
- **Al Sr. Roberto L. Urbina (Q.E.P.D):** Don Beto le dedico esta tesis, y le agradezco mucho por tantos y tantos aprendizajes que me brindo, consejos, charlas interminables e innumerables ejemplos en todos los sentidos.
- **A mi abuela Juana Frías (Q.E.P.D):** Te agradezco mucho el habernos cuidado durante mucho tiempo, y estar con nosotros siempre, sé que siempre nos estas cuidando.
- **A mis sobrinos, Noemí, Nayeli, Rodrigo, Andrés, Abigail, Francisco:** Que les sirva de ejemplo.
- **A la señora Esther Correa:** Gracias por todo su apoyo.
- **A la Mtra. Adriana Mayoral.** Morena gracias por tu gran amistad y también por ser un pequeño motor que me impulsa a conseguir nuevas metas y hacer nuevas cosas.
- **A la Mtra. Hiliana Padilla:** Gracias por tu gran apoyo y estar al pendiente muchos momentos de este trabajo y de muchas cosas más.
- **Al Prof. Guillermo Martínez:** Gracias por el gran apoyo en la elaboración del prototipo.

- **A mis Asesores, Dra. María Aguirre y Dr. Emilio Martínez de Velazco:** por sus aportaciones y observaciones al presente trabajo y su apoyo para que esto se lleve a cabo.
- **Al Dr. Iván Garmendia:** Por sus Aportaciones, asesoría y su apoyo en varios momentos.
- **Al Mtro. Sabino Henry Escamilla:** Por su asesoramiento y observaciones al presente trabajo.
- **A la D.I. Miriam Huerta:** Gracias por tu amistad y apoyo durante la maestría, eres una gran compañera y amiga y fuiste parte importante de este paso.
- **Al Mtro. Arturo Hernández Escalante:** Profesor le agradezco mucho a usted y su familia el haberme abierto las puertas de su casa y ayudarme en la fase experimental de la presente tesis, la cual me brindo total y desinteresadamente.

## **RESUMEN.**

En México se realizan trasplantes renales entre humanos desde la década de los 60's, desde esa época hasta hoy se han realizado alrededor de 11,450 trasplantes. Para que esto se pueda llevar a cabo, la conservación y la transportación de dichos órganos es una parte importante para el éxito del mismo, ya que, en la mayoría de las ocasiones, un órgano de este tipo debe ser llevado a un hospital que cuente con una licencia de trasplante para que se realice. El Sistema Nacional de Salud actualmente ocupa un sistema que está destinado a un uso doméstico, el cual es muy estorboso y difícil de manipular, además de tener como conservador de baja temperatura agua en estado sólido, que por otra parte también es pesado y no mantiene una temperatura uniforme durante todo el trayecto y esto puede dañar al órgano a transportar. Por eso se pretende dar una respuesta a tal problemática, ya que no se cuenta con un artefacto especializado para dicho fin, por medio de la disciplina del Diseño Industrial se ha desarrollado un **“Sistema de Transportación y Conservación de Órganos Renales Humanos para Trasplante”** que cumpla con las diferentes necesidades actuales del Sistema Nacional de Salud para dicha actividad, ayudando de esta manera a dicha actividad para que se lleve a cabo con éxito y eficazmente durante esta etapa, teniendo en cuenta un diferente conservador de temperatura y un control de la misma al interior del sistema, este es una alternativa, a la problemática que actualmente se enfrenta todo el Sistema Nacional de Salud.

<b>ÍNDICE GENERAL</b>	I
<b>ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS, MAPAS E ILUSTRACIONES</b>	II
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO I. CASO. MARCO TEÓRICO</b>	
<b>ANTECEDENTES DE TRASPLANTES DE ÓRGANOS Y TEJIDOS</b>	
1.1 PRIMEROS MITOS DE TRASPLANTES DE ÓRGANOS Y TEJIDOS	5
1.2 ANTECEDENTES DE TRASPLANTE DE ÓRGANOS Y TEJIDOS EN EL MUNDO	7
1.3 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS TRASPLANTES EN EL MUNDO	9
1.4 ANTECEDENTES DE TRASPLANTES DE ÓRGANOS Y TEJIDOS EN MÉXICO	10
1.5 NORMATIVIDAD DE TRASPLANTES Y DONACIÓN DE ÓRGANOS Y TEJIDOS EN MÉXICO	11
1.5.1 LEY GENERAL DE SALUD, ANTECEDENTES	12
1.5.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA LEY GENERAL DE SALUD	15
1.6 SISTEMA NACIONAL DE SALUD	15
1.7 SECRETARÍA NACIONAL DE SALUD	17
1.7.1 CENTRO NACIONAL DE TRASPLANTES	18
1.7.2 SUBSISTEMA NACIONAL DE DONACIÓN Y TRASPLANTES	20
1.7.3 CONSEJO NACIONAL DE TRASPLANTES	21
1.7.4 COMITES INTERNOS DE COORDINACIÓN	22
1.7.5 CONSEJOS ESTATALES DE TRASPLANTES (CEETRAS)	22
1.7.6 ORGANIZACIONES CIVILES	23
<b>1.8 DONACIONES DE ÓRGANOS Y TEJIDOS EN MEXICO</b>	24
1.7.1 PROCESO DE DONACIÓN DE ÓRGANOS Y TEJIDOS CON FINES DE TRASPLANTES EN MÉXICO	24
1.8.1 LIMITANTES PARA CONCRETAR LA DONACIÓN DE ÓRGANOS Y TEJIDOS	28
1.8.2 TIPOS DE DONACIÓN DE ÓRGANOS Y TEJIDOS PARA TRASPLANTE	29

1.8.3 TIPOS DE DONACIÓN DE ÓRGANOS Y TEJIDOS PARA TRASPLANTE.....	29
1.8.3.1 DONACIÓN EN VIDA DE ÓRGANOS Y TEJIDOS CON FINES DE TRASPLANTE.....	31
1.8.3.2 DONACIÓN CADAVÉRICA DE ÓRGANOS Y TEJIDOS CON FINES DE TRASPLANTE.....	34
1.8.3.2.1 DONACIÓN DE MUERTE ENCEFÁLICA.....	37
1.8.3.2.2 DONACIÓN DE MUERTE CARDIO RESPIRATORIA.....	39
1.8.4 ESTADÍSTICAS DE DONACIONES DE ÓRGANOS Y TEJIDOS EN MÉXICO.....	39
<b>1.9 TRASPLANTES DE ÓRGANOS Y TEJIDOS EN MÉXICO.....</b>	<b>43</b>
1.9.1 TIPOS DE TRASPLANTES.....	45
1.9.2 ESTADÍSTICAS DE TRASPLANTES DE ÓRGANOS, TEJIDOS EN MÉXICO.....	47
1.9.3 DEMANDA ACTUAL DE TRASPLANTES DE ÓRGANOS Y TEJIDOS EN MÉXICO.....	48
1.9.4 PROCESO PARA ADQUIRIR UN TRASPLANTE DE ÓRGANO O TEJIDO.....	50
1.10 PRESERVACIÓN DE ÓRGANOS Y TEJIDOS EN MÉXICO.....	52
1.11 TRANSPORTACION DE ÓRGANOS Y TEJIDOS CON FINES DE TRASPLANTE.....	54
1.11.1 TRANSPORTACIÓN AÉREA.....	57
1.11.2 TRANSPORTACIÓN TERRESTRE.....	58
<b>CAPÍTULO 2: PROBLEMA: PRESERVACIÓN Y TRANSPORTACIÓN DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS EN MÉXICO.</b>	
2.1 TRASPLANTE RENAL.....	61
2.2 TRASPLANTES DE ÓRGANOS RENALES REALIZADOS EN MÉXICO.....	62
2.3 DONACIONES DE ORGANOS RENALES EN MÉXICO.....	65
2.4 PRESERVACIÓN DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS EN MÉXICO.....	69

2.5 ENVASE Y EMBALAJE DE LOS ÓRGANOS RENALES PARA SU TRANSPORTACIÓN.....	73
2.6 SISTEMA ACTUALMENTE UTILIZADO PARA CONSERVAR Y TRANSPORTAR ÓRGANOS RENALES PARA TRASPLANTE.....	75
2.6.1 PROCEDIMIENTO PARA ENVASAR Y EMBALAR ÓRGANOS RENALES PARA TRASPLANTE.....	77
2.6.2 MEDICIÓN Y REGISTRO DE TEMPERATURA.....	78
2.7 TRANSPORTACION DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA CON FINES TRASPLANTE EN MÉXICO.....	80
2.8 PROBLEMÁTICA ERGONÓMICA.....	82
<b>CAPITULO 3. BASES METODOLÓGICAS</b>	
<b>DESARROLLO DEL SISTEMA PORTÁTIL DE CONSERVACIÓN Y TRANSPORTACIÓN DE ÓRGANOS RENALES PARA TRASPLANTE</b>	
3.1 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	85
3.2 METODOLOGIA SELECCIONADA.....	86
3.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE DISEÑO.....	88
3.4 JUSTIFICACIÓN.....	91
3.5 OBJETIVOS.....	92
3.6 HIPÓTESIS.....	93
3.7 UNIVERSO DE ESTUDIO.....	94
<b>CAPITULO 3. INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL</b>	
4.1 ETAPA 1. DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO.....	96
4.2 ETAPA 2. INVESTIGACIÓN EXPERIMENTATIVA.....	98
4.2.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA TEMPERATURA.....	98
4.2.1.1 TRANSFERENCIA DE CALOR.....	100
4.3 PRUEBA 1 CAPACIDAD DEL AGUA EN ESTADO SÓLIDO COMO CONSERVADOR DE LOS ÓRGANOS RENALES.....	101

4.3.1 RESULTADOS PRUEBA 1.....	108
4.3.2 CONCLUSIONES PRUEBA 1.....	110
4.4 PRUEBA 2: CAPACIDAD DEL GEL REFRIGERANTE SÓLIDO COMO CONSERVADOR DE LOS ÓRGANOS RENALES.....	111
4.4.1 RESULTADOS PRUEBA 2.....	118
4.5 PRUEBA 3. TRANSPORTACIÓN DE ÓRGANOS RENALES POR VÍA TERRESTRE.....	119
4.5.1 RESULTADOS PRUEBA 3.....	128
4.6 CONCLUSIONES Y RESULTADOS.....	129
4.7 ANÁLISIS ESTRUCTURAL FUNCIONAL DE LA PARTES QUE DEBE INTEGRAR EL SISTEMA.....	132
4.8 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO.....	134
<b>CAPÍTULO 5. HIPÓTESIS</b>	
5.1 PROPUESTAS DE DISEÑO.....	139
5.2 ANÁLISIS DE PROPUESTAS DE DISEÑO.....	142
<b>CAPÍTULO 6. PROYECTO</b>	
6.1 ESTUDIO PROPUESTA DE DISEÑO.....	144
6.2 ANALISIS FORMAL DE LA POPUESTA DE DISEÑO.....	145
6.3 PLANOS TÉCNICOS DE PRODUCCIÓN.....	146
6.4 COMPONENTES DEL SISTEMA.....	165
6.5 ANÁLISIS DE USO.....	167
6.6 ANÁLISIS DE FUNCIÓN.....	169
6.7 ANÁLISIS ERGONÓMICO.....	172
6.7.1 RANGO DE VISIÓN DEL SISTEMA.....	173
6.7.2 DIFERENTES POSICIONES DE MANIPULACIÓN DEL SISTEMA.....	174
6.8 ANÁLISIS ANTROPOMÉTRICO.....	176
<b>CAPITULO 7. REALIZACIÓN</b>	
7.1 REALIZACIÓN DE MODELO FORMAL VOLUMÉTRICO.....	177
7.2 ESTUDIO DE MERCADO.....	180



7.3 SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LA PROPUESTA DE DISEÑO.....	181
7.4 COSTOS DE LA PROPUESTA DE DISEÑO.....	194
<b>8. CONTRIBUCIÓN AL DISEÑO.....</b>	<b>197</b>
<b>9. CONCLUSIONES.....</b>	<b>200</b>
<b>10. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>204</b>
<b>11. CURRICULUM VITAE.....</b>	<b>206</b>

## **ÍNDICE DE ESQUEMAS, DIAGRAMAS, MAPAS E ILUSTRACIONES**

### **IMAGEN 1. Organigrama del CENATRA. Fuente CENATRA.**

[http://www.cenatra.salud.gob.mx/interior/acerca\\_cenatra\\_organigrama.html](http://www.cenatra.salud.gob.mx/interior/acerca_cenatra_organigrama.html). Visto 12 de Marzo 2017..... 19

### **TABLA 1. Establecimientos Vigentes con Licencia. Elaboración Propia. Fuente:**

[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf). Visto el 9 de Marzo 2017 ..... 21

### **IMAGEN 2. Tarjeta de Donación Voluntaria. Fuente CENATRA.**

[http://www.cenatra.salud.gob.mx/descargas/index/tarjeta\\_donador1.pdf](http://www.cenatra.salud.gob.mx/descargas/index/tarjeta_donador1.pdf). Visto el 12 de Marzo 2016..... 26

### **IMAGEN 3. Registro en Línea de Donadores voluntarios. Fuente CENATRA.**

<http://www.cenatra.gob.mx/dv/index.php>. Visto el 12 de Marzo 2016..... 27

### **ESQUEMA 1. Donación de órganos y tejidos. .... 30**

### **DIAGRAMA 1. Diagrama de flujo de muerte encefálica y potencial donador de órganos y tejidos. Fuente. Revista DeTrasplantes 2014..... 38**

### **TABLA 2.Donaciones de Órganos y Tejidos de Personas Fallecidas por año.**

Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.

[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf) Visto 11 de Marzo del 2017..... 40

### **TABLA 3.Donaciones Concretadas de Órganos y Tejidos de Personas Fallecidas por Entidad federativa Año 2016. Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.**

[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf) Visto 11 de Marzo del 2017..... 40

### **TABLA 4.Instituciones que concretaron donaciones de Órganos y tejidos de Personas Fallecidas Año 2016.Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.**

[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf) Visto 11 de Marzo del 2017..... 41

<b>TABLA 5. Donaciones Concretadas de Órganos y Tejidos de Personas fallecidas Por Tipo de Diagnostico.</b> Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes. <a href="http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf">http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf</a> Visto 11 de Marzo del 2017.....	41
<b>TABLA 6. Donaciones Concretadas de Órganos y Tejidos de Personas fallecidas Por Tipo de Diagnostico.</b> Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes. <a href="http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf">http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf</a> Visto 11 de Marzo del 2017.....	42
<b>TABLA 7. Órganos y tejidos que se pueden trasplantar.</b> Fuente: CENATRA 2017.....	45
<b>TABLA 8. Trasplantes realizados por año de los principales órganos y tejidos en México.</b> Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes. <a href="http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf">http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf</a> Visto 11 de Marzo del 2017.....	47
<b>TABLA 9. Receptores en Espera de Un Trasplante de los Principales Órganos y tejidos en los Últimos cuatro años.</b> Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes. <a href="http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf">http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf</a> Visto 11 de Marzo del 2017.....	49
<b>TABLA 10. Receptores en Espera de un Trasplante de un Órgano o Tejido Reportados en el año 2017.</b> Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes. <a href="http://www.cenatra.salud.gob.mx/interior/trasplante_estadisticas.html">http://www.cenatra.salud.gob.mx/interior/trasplante_estadisticas.html</a> . Visto 11 de Marzo del 2017.....	49
<b>DIAGRAMA 2.</b> Diagrama de flujo para adquirir un trasplante renal.....	50
<b>TABLA 11. Tiempo de vida de órganos y tejidos en hipotermia.</b> CENATRA.....	52
<b>IMAGEN 4.</b> Identificación de los órganos transportados IMSS UMF La Raza.....	55

**IMAGEN 5. Transportación de órganos en helicóptero.**

Fuente:<http://cronistadetoluca.blogspot.mx/2013/01/realiza-grupo-relampago-traslado-de.html>..... 58

**IMAGEN 6. Un helicóptero de la Unidad de Rescate Aéreo Relámpagos, del Gobierno del Estado de México, trasladando órganos donados, procedentes de Veracruz, con destino final al Centro Médico Nacional La Raza.**

Fuente:<http://www.sdpnoticias.com/local/edomex/2013/10/18/helicoptero-de-relampagos-traslada-cinco-organos-donados-para-trasplantes>..... 58

**IMAGEN 7. Transportación de órganos en ambulancia.**

Fuente:<http://www.periodicocorreo.com.mx/leon/129726-familia-de-capitalino-dona-sus-organos.html>..... 59

**IMAGEN 8. Apoyo de las autoridades para la transportación de órgano. Fuente.**

[Http://comgobbc.blogspot.mx/2012\\_06\\_08\\_archive.html](http://comgobbc.blogspot.mx/2012_06_08_archive.html)..... 59

**TABLA 12. Trasplante de Riñón por Año. Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.**

[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf.html](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html).  
Visto 11 de Marzo del 2017..... 62

**TABLA 13. Trasplante de Riñón realizados por Entidad Federativa. Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.**

[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf.html](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html). Vi  
sto 11 de Marzo del 2017..... 63

**TABLA 14. Trasplante de Tipo Renal realizados por Tipo de Institución. Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.**

[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf.html](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html). Vi  
sto 11 de Marzo del 2017..... 64

**TABLA 15. Donaciones de Tipo Renal por Tipo de Donante Por año.**

Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.  
[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf.html](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html).  
Visto 11 de Marzo del 2017..... 65

<b>TABLA 16. Trasplantes y Donaciones Realizados por Entidad Federativa de Tipo Renal Año 2016.</b> Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes. <a href="http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html">http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html</a> . Visto 11 de Marzo del 2017.....	66
<b>Tabla 17. Trasplantes de Tipo Renal Realizados por tipo de Institución 2016.</b> Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes. <a href="http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html">http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html</a> . Visto 11 de Marzo del 2017.....	66
<b>TABLA 18. Trasplante Realizados de Órgano Renal de Donante Vivo por Entidad Federativa año 2016.</b> Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes. <a href="http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html">http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html</a> . Visto 11 de Marzo del 2017.....	67
<b>TABLA19. Trasplante Realizados de Órgano Renal de Donante Vivo por Tipo de Institución año 2016.</b> Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes. <a href="http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html">http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html</a> Visto 11 de Marzo del 2017.....	67
<b>TABLA 20. Trasplante Realizados de Órgano Renal de Donante Fallecido por Entidad Federativa año 2016.</b> Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes. <a href="http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html">http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html</a> . Visto 11 de Marzo del 2017.....	68
<b>TABLA 21. Trasplante Realizados de Órgano Renal de Donante Fallecido por tipo de institución año 2016.</b> Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes. <a href="http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html">http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html</a> . Visto 11 de Marzo del 2017.....	68
<b>IMAGEN 9. Proyección de riñones atrás del tronco.</b> Atlas de Anatomía Humana pág. 480. (Atlas de Anatomia humana).....	69

<b>IMAGEN 10. Vista anterior de los órganos renales.</b> Atlas de Anatomía Humana pág. 482. (Atlas de Anatomía humana).....	69
<b>IMAGEN 11. Órgano Renal Humano.</b> Atlas de Anatomía Humana pág. 483. (Atlas de Anatomía humana).....	70
<b>IMAGEN 12. Vista anterior de los órganos renales humanos.</b> Atlas de Anatomía Humana pág. 482. (Atlas de Anatomía humana).....	70
<b>IMAGEN 13. Contenedores utilizados por el IMSS. UMF La Raza</b> .....	75
<b>IMAGEN 14. Bolsa estéril de plástico utilizada por el IMSS UMF la Raza</b> .....	76
<b>IMAGEN 15. Bolsa estéril de plástico y su empaque utilizada por el IMSS UMF La Raza</b> .....	76
<b>IMAGEN 16. Solución de Preservación IMSS UMF La Raza</b> .....	76
<b>IMAGEN 17. Solución Harmand IMSS UMF La Raza</b> .....	77
<b>IMAGEN 18. Acomodo de los Órganos Renales y hielo en el interior de la caja térmica. Fuente</b> <i><a href="http://revista.consumer.es/web/es/20061101/actualidad/informe1/70893.php">http://revista.consumer.es/web/es/20061101/actualidad/informe1/70893.php</a></i> .....	78
<b>IMAGEN 19. Toma de peso de la hielera</b> .....	82
<b>IMAGEN 20. Mujer manipulando contenedor en superficie alta</b> .....	83
<b>IMAGEN 21. Hombre manipulando contenedor en superficie alta</b> .....	83
<b>IMAGEN 22. Mujer levantando contenedor desde el suelo</b> .....	83
<b>IMAGEN 23. Hombre levantando contenedor desde el suelo</b> .....	94
<b>TABLA 22. Análisis de productos existentes y/o análogos</b> .....	101
<b>IMAGEN 24. Balanza de peso</b> .....	101
<b>IMAGEN 25. Vista frontal de contenedor</b> .....	102
<b>IMAGEN 26. Vista en perspectiva de contenedor</b> .....	102
<b>IMAGEN 27. Vista de Termómetro análogo</b> .....	102
<b>IMAGEN 28. Goniómetro análogo</b> .....	103
<b>IMAGEN 29. Riñones de Cerdo</b> .....	103
<b>IMAGEN 30. Medición de temperatura medio ambiente.</b> .....	103
<b>IMAGEN 31. Medición de temperatura al interior del contenedor</b> .....	104
<b>TABLA 23. Temperatura Inicial.</b> .....	104
<b>IMAGEN 32. Determinación del peso Riñón 1.</b> .....	104

<b>IMAGEN 33. Determinación del peso Riñón 2. ....</b>	<b>104</b>
<b>IMAGEN 34. Introducción de hielo al contenedor. ....</b>	<b>105</b>
<b>IMAGEN 35. Medición y registro de temperatura con agua en estado sólido al interior del contenedor. ....</b>	<b>105</b>
<b>GRAFICA 1. Temperatura de equilibrio contenedor con hielo. ....</b>	<b>105</b>
<b>IMAGEN 36. Riñones en el interior del contenedor con una cama de 10 cm. de agua en estado sólido. ....</b>	<b>106</b>
<b>IMAGEN 37. Llenado de contenedor de agua en estado sólido. ....</b>	<b>106</b>
<b>IMAGEN 38. Medición de temperatura en contenedor. ....</b>	<b>106</b>
<b>IMAGEN 39. Medición de temperatura en riñones de cerdo. ....</b>	<b>106</b>
<b>GRAFICA 2. Temperatura de equilibrio contenedor con riñones. ....</b>	<b>107</b>
<b>GRAFICA 3. Temperatura de estabilización de riñones.....</b>	<b>107</b>
<b>GRAFICA 4. Temperatura de contenedor con riñones. ....</b>	<b>108</b>
<b>GRAFICA 5. Temperatura riñones en el contenedor con hielo. ....</b>	<b>109</b>
<b>IMAGEN 40. Balanza de peso. ....</b>	<b>109</b>
<b>IMAGEN 41. Vista frontal de contenedor. ....</b>	<b>110</b>
<b>IMAGEN 42. Termómetro análogo. ....</b>	<b>111</b>
<b>IMAGEN 43. Refrigerante Gel. ....</b>	<b>111</b>
<b>IMAGEN 44. Higrómetro análogo.....</b>	<b>111</b>
<b>IMAGEN 45. Riñones de Cerdo. ....</b>	<b>112</b>
<b>IMAGEN 46. Medición de temperatura medio ambiente 2. ....</b>	<b>112</b>
<b>IMAGEN 47. Medición de temperatura interior del contenedor. ....</b>	<b>112</b>
<b>IMAGEN 48. Gel sumergido en agua. ....</b>	<b>113</b>
<b>IMAGEN 49. Medición de temperatura del gel. ....</b>	<b>113</b>
<b>TABLA 24. Temperatura inicial de experimento con gel. ....</b>	<b>113</b>
<b>IMAGEN 50. Introducción del gel al contenedor. ....</b>	<b>114</b>
<b>GRAFICA 6. Temperatura de estabilización de contenedor con gel. ....</b>	<b>114</b>
<b>IMAGEN 51. Riñones en contenedor y gel refrigerante.....</b>	<b>115</b>
<b>IMAGEN 52. Registro de temperatura de riñones. ....</b>	<b>115</b>
<b>GRAFICA 7. Temperatura del contenedor con gel y riñones estabilización. ....</b>	<b>115</b>

<b>GRAFICA 8. Temperatura del y riñones estabilización de riñones. ....</b>	<b>116</b>
<b>GRAFICA 9. Temperatura de contenedor con gel refrigerante. ....</b>	<b>116</b>
<b>GRAFICA 10. Temperatura de Riñones. ....</b>	<b>117</b>
<b>IMAGEN 53. Balanza de peso.....</b>	<b>118</b>
<b>IMAGEN 54. Contenedor.....</b>	<b>119</b>
<b>IMAGEN 55. Termometro análogo.....</b>	<b>119</b>
<b>IMAGEN 56. Refrigerante gel.....</b>	<b>120</b>
<b>IMAGEN 57. Higrómetro análogo.....</b>	<b>120</b>
<b>IMAGEN 58. Riñones de Cerdo.....</b>	<b>120</b>
<b>IMAGEN 59. Imagen 59. Automovil.....</b>	<b>120</b>
<b>IMAGEN 60. Ruta de traslado terrestre del aeropuerto internacional “José María Morelos y Pavón” hasta la UMF La Raza. Fuente:</b>	
<a href="https://www.google.com.mx/maps/dir/Aeropuerto+Internacional+de+Toluca,+50226+Toluca+de+Lerdo,+M%C3%A9xico./La+Raza,+Ciudad+de+M%C3%A9xico,+CDMX/@19.2898447,-99.4197488,11.04z/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x85cd8a9c1bd3d19f:0x32b410ec2b6e1e99!2m2!1d-99.5698355!2d19.3389479!1m5!1m1!1s0x85d1f8e28c5f9567:0x90c8c6c6d1b2161!2m2!1d-99.1463071!2d19.4659094!3e0.Visto 26 de marzo 2017.....">https://www.google.com.mx/maps/dir/Aeropuerto+Internacional+de+Toluca,+50226+Toluca+de+Lerdo,+M%C3%A9xico./La+Raza,+Ciudad+de+M%C3%A9xico,+CDMX/@19.2898447,-99.4197488,11.04z/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x85cd8a9c1bd3d19f:0x32b410ec2b6e1e99!2m2!1d-99.5698355!2d19.3389479!1m5!1m1!1s0x85d1f8e28c5f9567:0x90c8c6c6d1b2161!2m2!1d-99.1463071!2d19.4659094!3e0.Visto 26 de marzo 2017.....</a>	<b>121</b>
<b>IMAGEN 61. Vías para trazado de Ruta de traslado terrestre del aeropuerto internacional “José María Morelos y Pavón” hasta la UMF La Raza. Fuente:</b>	
<a href="https://www.google.com.mx/maps/dir/Aeropuerto+Internacional+de+Toluca,+50226+Toluca+de+Lerdo,+M%C3%A9xico./La+Raza,+Ciudad+de+M%C3%A9xico,+CDMX/@19.2898447,-99.4197488,11.04z/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x85cd8a9c1bd3d19f:0x32b410ec2b6e1e99!2m2!1d-99.5698355!2d19.3389479!1m5!1m1!1s0x85d1f8e28c5f9567:0x90c8c6c6d1b2161!2m2!1d-99.1463071!2d19.4659094!3e0.Visto 26 de marzo 2017.....">https://www.google.com.mx/maps/dir/Aeropuerto+Internacional+de+Toluca,+50226+Toluca+de+Lerdo,+M%C3%A9xico./La+Raza,+Ciudad+de+M%C3%A9xico,+CDMX/@19.2898447,-99.4197488,11.04z/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x85cd8a9c1bd3d19f:0x32b410ec2b6e1e99!2m2!1d-99.5698355!2d19.3389479!1m5!1m1!1s0x85d1f8e28c5f9567:0x90c8c6c6d1b2161!2m2!1d-99.1463071!2d19.4659094!3e0.Visto 26 de marzo 2017.....</a>	<b>122</b>
<b>IMAGEN 62. Riñones de cerdo en bolsas de polietileno con agua y hielo.....</b>	<b>122</b>



<b>IMAGEN 63. Medición de temperatura Riñones de cerdo en bolsas de polietileno con agua y hielo. ....</b>	<b>122</b>
<b>IMAGEN 64. Colocación de Gel refrigerante al interior del contenedor. ....</b>	<b>123</b>
<b>IMAGEN 65. Colocación de riñones al interior del contenedor. ....</b>	<b>123</b>
<b>TABLA 25. Temperatura inicial en el recorrido. Temperatura de contenedor con gel refrigerante. ....</b>	<b>123</b>
<b>IMAGEN 66. Vista de la Fachada del aeropuerto Internacional de la Ciudad de Toluca. ....</b>	<b>124</b>
<b>IMAGEN 67. Vista de la Fachada del aeropuerto Internacional de la Ciudad de Toluca con el contenedor. ....</b>	<b>124</b>
<b>IMAGEN 68. Medición de temperatura en el aeropuerto. ....</b>	<b>124</b>
<b>IMAGEN 69. Medición de humedad en el aeropuerto. ....</b>	<b>124</b>
<b>IMAGEN 70. Contenedor a dentro de vehículo terrestre.....</b>	<b>125</b>
<b>IMAGEN 71. Acomodo de gel refrigerante y riñones y medición de temperatura.....</b>	<b>125</b>
<b>IMAGEN 72.Salida con contenedor al interior del aeropuerto de Toluca.....</b>	<b>125</b>
<b>Tabla 26. Temperatura inicial. ....</b>	<b>126</b>
<b>GRAFICA 12. Temperatura de contenedor trayecto. ....</b>	<b>127</b>
<b>GRAFICA 13. Temperatura de riñones trayecto. ....</b>	<b>127</b>
<b>GRAFICA 14. Contraste graficas de temperatura contenedor. ....</b>	<b>128</b>
<b>GRAFICA 15. Contraste de graficas temperatura riñones. ....</b>	<b>128</b>
<b>TABLA 27. Tabla de evaluación de los refrigerantes.....</b>	<b>129</b>
<b>TABLA 28. Criterios de evaluación.....</b>	<b>129</b>
<b>IMAGEN 73. Alternativa I.....</b>	<b>138</b>
<b>IMAGEN 74. Alternativa II. ....</b>	<b>139</b>
<b>IMAGEN 75. Propuesta III.....</b>	<b>140</b>
<b>TABLA 29. Tabla de evaluación de propuestas de diseño.....</b>	<b>141</b>
<b>TABLA 30. Criterios de evaluación de propuestas de diseño.....</b>	<b>142</b>
<b>IMAGEN 76.Perspectiva de la propuesta de diseño.....</b>	<b>143</b>
<b>IMAGEN 77. Perspectiva 2 de la propuesta de diseño.....</b>	<b>143</b>
<b>IMAGEN 78 .VISTA SUPERIOR DE LA PROPUESTA DE DISEÑO.....</b>	<b>144</b>
<b>IMAGEN 79.VISTA FRONTAL DE LA PROPUESTA DE DISEÑO. ....</b>	<b>144</b>

<b>IMAGEN 80. VISTA LATERAL DERECHA DE LA PROPUESTA DE DISEÑO. ....</b>	<b>144</b>
<b>IMAGEN 81. Abatimiento de la tapa inferior. ....</b>	<b>167</b>
<b>IMAGEN 82. Abatimiento de la tapa superior. ....</b>	<b>167</b>
<b>IMAGEN 83. Introducción de los órganos renales. ....</b>	<b>167</b>
<b>IMAGEN 84. Órganos renales almacenados en el sistema. ....</b>	<b>167</b>
<b>IMAGEN 85. Cierre de la tapa superior. ....</b>	<b>168</b>
<b>IMAGEN 86. Cierre de la tapa inferior.....</b>	<b>168</b>
<b>IMAGEN 87. Disposición del sistema.....</b>	<b>168</b>
<b>IMAGEN 88. Sistema cerrado listo para trasladarse.....</b>	<b>168</b>
<b>IMAGEN 89. Función sistema 1. ....</b>	<b>169</b>
<b>IMAGEN 90. Función sistema 2. ....</b>	<b>169</b>
<b>IMAGEN 91. Función sistema 3. ....</b>	<b>170</b>
<b>IMAGEN 92. Función sistema 4. ....</b>	<b>170</b>
<b>IMAGEN 93. Función sistema 5. ....</b>	<b>171</b>
<b>IMAGEN 94. Función sistema 6. ....</b>	<b>171</b>
<b>IMAGEN 95. Perspectiva del uso del sistema en posición lateral.....</b>	<b>172</b>
<b>IMAGEN 96. Vista lateral del uso del sistema en posición lateral.....</b>	<b>172</b>
<b>IMAGEN 97. Vista frontal con el sistema en posición lateral cinturón transverso.....</b>	<b>172</b>
<b>IMAGEN 98. Vista lateral con el sistema en posición lateral y cinturón transverso</b>	<b>172</b>
<b>IMAGEN 99. Vista lateral con el sistema en posición lateral y cinturón transverso...</b>	<b>173</b>
<b>IMAGEN 100. Vista frontal con el sistema en posición lateral cinturón transverso...</b>	<b>173</b>
<b>IMAGEN 101. Vista frontal con el sistema en posición lateral cinturón transverso...</b>	<b>174</b>
<b>IMAGEN 102. . Vista frontal con el sistema en posición lateral cinturón transverso.</b>	<b>174</b>
<b>IMAGEN 103. Vista frontal con el sistema en posición lateral cinturón transverso.</b>	<b>174</b>
<b>IMAGEN 104. Vista frontal con el sistema en posición lateral cinturón transverso.</b>	<b>174</b>
<b>TABLA 31. Tabla de dimensiones Antropométricas. Fuente: Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana.....</b>	<b>176</b>
<b>IMAGEN 105. Dimensiones Antropométricas humanas extremidades. Fuente: Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana.....</b>	<b>176</b>
<b>IMAGEN 106. Dimensiones Antropométricas humanas manos. Fuente: Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana.....</b>	<b>176</b>

<b>IMAGEN 107. Fabricación de modelo en máquina de prototipado rápido. ....</b>	<b>177</b>
<b>IMAGEN 108. Análisis de viabilidad de fabricación de modelo. ....</b>	<b>177</b>
<b>IMAGEN 109. Modelos realizados divididos en dos partes. ....</b>	<b>178</b>
<b>IMAGEN 110. Modelos hembra y macho para ensamblaje. ....</b>	<b>178</b>
<b>IMAGEN 111. Resina especial para sellado de modelos. ....</b>	<b>178</b>
<b>IMAGEN 112. Modelos con resina ....</b>	<b>178</b>
<b>IMAGEN 113. Modelos de perno macho, perno hembra y placa sujetadores en hilo de polietileno. ....</b>	<b>179</b>
<b>IMAGEN 114. Modelo ensamblado.....</b>	<b>179</b>
<b>IMAGEN 115. Modelo terminado.....</b>	<b>179</b>
<b>MAPEO DE PROCESOS 1. CARCASA. ....</b>	<b>181</b>
<b>MAPEO DE PROCESOS 2. RECEPTÁCULO. ....</b>	<b>181</b>
<b>MAPEO DE PROCESOS 3. TAPÓN DE RECEPTÁCULO. ....</b>	<b>182</b>
<b>MAPEO DE PROCESOS 4. PERNO MACHO. ....</b>	<b>182</b>
<b>MAPEO DE PROCESOS 5. PERNO HEMBRA. ....</b>	<b>182</b>
<b>MAPEO DE PROCESOS 6. PLACA SUJETADORA. ....</b>	<b>182</b>
<b>MAPEO DE PROCESOS 7. MAQUILA DE TEXTIL CINTURÓN. ....</b>	<b>183</b>
<b>MAPEO DE PROCESOS 8. ÁREA DE COSTURA. ....</b>	<b>183</b>
<b>MAPEO DE PROCESOS 9. ÁREA de sub-ensamble. ....</b>	<b>183</b>
<b>MAPEO DE PROCESOS 10. ENSAMBLAJE Terminal. ....</b>	<b>184</b>
<b>DIAGRAMA DE FLUJO 1.CARCASA. ....</b>	<b>185</b>
<b>DIAGRAMA DE FLUJO 2. RECEPTACULO. ....</b>	<b>185</b>
<b>DIAGRAMA DE FLUJO 3. TAPON DE RECEPTACULO. ....</b>	<b>185</b>
<b>DIAGRAMA DE FLUJO 4. BROCHE. ....</b>	<b>186</b>
<b>DIAGRAMA DE FLUJO 5. PERNO MACHO. ....</b>	<b>186</b>
<b>DIAGRAMA DE FLUJO 6. PERNO HEMBRA. ....</b>	<b>186</b>
<b>DIAGRAMA DE FLUJO 7.PLACA SUJETADORA. ....</b>	<b>187</b>
<b>DIAGRAMA DE FLUJO 8. ARNÉS. ....</b>	<b>187</b>
<b>DIAGRAMA DE FLUJO 9. MAQUILA TEXTIL DE CINTURÓN. ....</b>	<b>187</b>
<b>DIAGRAMA DE FLUJO 10. ÁREA DE COSTURA DE CINTURÓN. ....</b>	<b>188</b>

<b>DIAGRAMA DE FLUJO 11. SUB-ENSAMBLE. ....</b>	<b>188</b>
<b>DIAGRAMA DE FLUJO 12. . ENSAMBLAJE FINAL. ....</b>	<b>189</b>
<b>ESQUEMA1 DE PRODUCCIÓN.....</b>	<b>192</b>
<b>ESQUEMA DE PRODUCCIÓN 2. CÉLULA DE PRODUCCIÓN PARA ENSAMBLE GENERAL. ....</b>	<b>193</b>
<b>Esquema de producción 3.....</b>	<b>193</b>
<b>Esquema de producción 4.....</b>	<b>193</b>
<b>Esquema de producción 5.....</b>	<b>193</b>
<b>TABLA 32. Costo total de materiales del producto. ....</b>	<b>194</b>
<b>TABLA 33. Tabla de costo de producción mano de obra.....</b>	<b>195</b>
<b>TABLA 34. Costo Total de Producción Mano de Obra.....</b>	<b>195</b>
<b>TABLA 35. Tabla costo herramienta y equipo.....</b>	<b>196</b>
<b>TABLA 36. Costo total del producto. ....</b>	<b>196</b>

## **INTRODUCCIÓN.**

En nuestro país, la donación de órganos ha sido muy importante para que algunas personas tengan una mejor calidad y esperanza de vida así como también, la reincorporación o reinserción a una vida. El trasplante de órganos renales humanos ha contribuido en gran medida para ello. Para que se lleve a cabo esta terapia, es necesario conjuntar muchas voluntades, tanto la identificación oportuna de potenciales donadores, como la adecuada transportación y conservación de los órganos renales a hospitales que tengan una licencia para llevar a cabo su trasplante.

En México en el año del 2016 se realizaron alrededor de 357,959 trasplantes de órganos renales humanos, de los cuales el 75% fueron realizados por donadores en vida y el otro 25% correspondieron a donaciones de tipo cadavérico. De estos últimos, la mayoría tuvo que ser transportado desde su lugar de extracción hacia otro hospital en el que se localizaba el receptor, cabe señalar que los hospitales dedicados a este tipo de cirugías deben poseer una licencia.

## **PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.**

Se ha observado durante la presente investigación realizada, que en el Sistema Nacional de Salud hay una carencia de un equipo especializado para transportar adecuadamente los órganos renales humanos para trasplante, lo cual, es de vital importancia para que se lleve a cabo dicho proceso de manera satisfactoria durante el traslado de un hospital a otro de los mismos.

## **OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.**

Para dar una solución a esta problemática, se pretende como objetivo general del presente proyecto, el diseño de un **“Sistema Portátil de Conservación y Transportación de Órganos Renales Humanos para Trasplante”** que responda de manera eficaz a las necesidades, intereses y lineamientos del programa nacional de trasplantes y con ello mejorar el principio de operación y funcionamiento en cuanto al mantenimiento de la temperatura idónea durante su traslado; Cabe señalar que este sistema aumentará significativamente tanto en este rubro como también la seguridad durante el transporte para evitar daños durante el traslado tanto aéreo como terrestre.

## **HIPÓTESIS GENERAL.**

El sistema de trasportación y conservación de órganos renales humanos para trasplante hará que dicho procedimiento sea eficaz, seguro, especializado y conserve la temperatura idónea para dicha operación.

## **MOTIVACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

La principal motivación para llevar a cabo esta investigación es que la intervención de parte del diseño industrial en la elaboración de proyectos enfocados al sector salud que auxilien y mejoren las condiciones generales en este ámbito y, especialmente en lo relacionado con la transportación y manejo de órganos para trasplantes es casi nula ya que no existe un equipo especializado para dicho fin, no sólo en México, si no también en centro américa, ya que esta actividad se realiza de manera muy rudimentaria. Por consiguiente, aseguramos que es un campo de acción fértil para el desarrollo y aplicación de la disciplina del diseño industrial puesto que es de utilidad para el desarrollo y mejoramiento de procesos en esta área.

## **METODOLOGÍA SELECCIONADA.**

El presente trabajo de investigación se basa en el Modelo General del Proceso de Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco y está estructurada en varios capítulos de acuerdo con la metodología seleccionada, así como también una fase de investigación de tipo experimental para el desarrollo del sistema de transportación y conservación de órganos renales humanos para trasplante.

En el capítulo 1 se da referencia al marco teórico donde se dan a conocer diversos factores tales como antecedentes de los trasplantes de órganos y tejidos realizados tanto en el mundo como en México y los avances que se han alcanzado hasta nuestros días, así como también la normatividad que rige en nuestro país para que se lleve a cabo dicha terapéutica, así también las instituciones de carácter gubernamental encargadas de regularlas, aunado a lo anterior, se dan referencias estadísticas, tanto de la oferta y la demanda de los diferentes injertos a trasplantar como también los procedimientos para que se puedan llevar a cabo, teniendo en cuenta entre otros temas la preservación y la

transportación de los mismos para dar inicio a la metodología seleccionada en el apartado de caso.

En el capítulo 2 denominado Problema: preservación y transportación de órganos, se da seguimiento al modelo general de proceso de diseño, en el cual se dan a conocer diversas eventualidades tales como la información acerca de los injertos de tipo renales, conocer en qué consiste este tipo de trasplante, las estadísticas específicas tanto de la oferta como de la demanda, así también conocer en qué consiste su preservación, envase, embalaje y su transportación, obteniendo con ello la delimitación del problema.

En el capítulo 3 titulado: Bases Metodológicas, se da referencia y seguimiento a la metodología seleccionada para el desarrollo del presente trabajo de investigación, en el cual está conformado inicialmente por preguntas de investigación para la elaboración de la tesis, planteamiento y delimitación del problema de diseño, su justificación, así como también los objetivos tanto general como específicos, culminando con un análisis de productos existentes y/o análogos.

En el capítulo 4. Se realiza una investigación de tipo experimental, con dos diferentes tipos de conservadores, hielo y gel refrigerante, se da una descripción detallada de los experimentos realizados durante esta etapa así como los resultados que arrojaron las diferentes pruebas realizadas culminando con la elaboración de los requerimientos que debe satisfacer el sistema propuesto para la solución del problema detectado,

En el capítulo 5. Se da paso a la elaboración de las diferentes hipótesis y/o alternativas, teniendo con ello el tercer paso del modelo general del proceso de diseño que es la hipótesis, en el cual se analizan cada una de ellas, esto con el fin de determinar cuál de las mismas cumple satisfactoriamente con la mayoría de los requerimientos y poderla desarrollar.

En el capítulo 6 denominado Proyecto, se da respuesta de forma proyectual basándose en la hipótesis anteriormente analizada y seleccionada en el capítulo anterior, se da a conocer el sistema portátil de transportación y conservación de órganos renales humanos para trasplante mediante una serie de análisis de la propuesta de diseño tanto formales, funcionales, antropométricos y planos técnicos de producción, entre otros.

En el capítulo 7 titulado Realización, se da a conocer un estudio de mercado realizado para saber el grado de aceptación que tendrá el sistema portátil de transportación y conservación de órganos renales para trasplantes en el sector salud, el proceso de producción, así como los costos que conlleva la elaboración del mismo, a nivel industrial; para culminar con la realización de un modelo formal volumétrico mediante la utilización de las nuevas tecnologías de prototipado rápido.

En el capítulo 8 se da a conocer la aportación que tiene el sistema portátil de conservación y transportación de órganos renales humanos para trasplante al diseño industrial así como también las conclusiones obtenidas en la presente tesis.

La principal aportación que hace la presente investigación es proporcionar una base para el desarrollo de nuevas alternativas de diseño para la transportación de órganos, no solo renales si no de cualquier otro tipo, aperturando con ello diferentes líneas de investigación tanto en la disciplina de diseño industrial como en el posgrado de esta casa de estudios.



## **CAPÍTULO 1. CASO: MARCO TEÓRICO.**

En el presente capítulo se dará a conocer el estado del arte en cuanto a los trasplantes de órganos y tejidos en nuestro país dando inicio a la metodología seleccionada para el desarrollo de la presente tesis que se refiere al caso.

### **ANTECEDENTES DE TRASPLANTES DE ÓRGANOS Y TEJIDOS.**

#### **1.1 PRIMEROS MITOS DE TRASPLANTES DE ÓRGANOS Y TEJIDOS.**

Desde épocas pasadas en la historia de la humanidad el hombre ha tenido grandes avances en todos los aspectos desde la ciencia, tecnología, entre otros; y la medicina no ha sido la excepción.

Los avances en el rubro de la medicina han llevado al hombre a crear nuevas formas de sanar el cuerpo humano de los padecimientos que le han aquejado a través del tiempo, y esto lo ha llevado a investigar y a innovar en este aspecto, así entonces los trasplantes tanto de órganos, tejidos y partes del cuerpo es uno de ellos.

Desde la antigüedad los trasplantes han sido objeto de mitos y leyendas, los cuales podrían parecer historias asombrosas o incluso milagrosas en algunos de los casos, pero otras han sido realidad gracias a los años de investigación y experimentación en animales y plantas, hasta llegar a seres humanos.

De acuerdo con Campos (1999), en el caso de los mitos y leyendas se tiene el primer registro de un trasplante cardiaco relatado en China en el siglo III a. de C. por un cirujano llamado Pien Ch'iao perteneciente a la dinastía Chou; en el relato cuenta de dos pacientes afectados en el corazón por un desequilibrio de energía y fueron intercambiados para de esa forma equilibrar las fuerzas de los dos hombres, pero se cree que no sólo fueron esos órganos, si no también estómagos, y se dice que después de la intervención sanaron satisfactoriamente al tercer día.

En Ayala (2003) se comenta otro mito muy sonado en el ámbito de la medicina en el rubro de trasplantes es aquel efectuado por los santos Cosme y Damián, patronos de la farmacéutica y de la medicina, quienes eran médicos de oficio, los cuales trasplantaron

una pierna de un hombre negro a un sacristán que servía en una iglesia de Roma, Italia dedicada a los mismos, el cual padecía cáncer en una pierna.

Cabe señalar que Andreu (2004) relata la leyenda que mientras dormía el sacristán aparecieron los dos santos con instrumentos y ungüentos para mutilarle la pierna, y posteriormente poderla sustituir por otra, el miembro era de un etíope recientemente sepultado, al despertar el sacristán estaba sana la pierna, lo anterior fue relatado por el arzobispo de Génova, Jacques de Vorágine en el siglo XII, e incluso el milagro ha sido representado pictóricamente.

Los dos casos anteriores son los primeros antecedentes de trasplantes que se tienen en la historia, pero no dejan de ser mitos y leyendas, las cuales, carecen de veracidad y realidades científicas.

Por otro lado existen evidencias y experimentos que se realizaron durante años, hechos por cirujanos en animales y plantas los cuales son un antecedente importante para llegar a ser realidad en seres humanos lo cual fue un reto para tener la certeza que esto sucediera.

Durante los siglos XIV y XV, en el Renacimiento, se llevaron a cabo grandes avances en el estudio de la anatomía de cuerpo humano, a través de la disección de cadáveres, lo cual no era permitido, tanto la iglesia como el Estado se oponían rotundamente a esta práctica, por lo cual, esta actividad se realizaba clandestinamente, pero con ello ayudó de forma significativa a los cirujanos que vivían en esa época en la comprensión de la anatomía y fisiología tanto de órganos, huesos, músculos, entre otros, así como también en su forma como en su funcionamiento dentro del mismo.

Los trasplantes de órganos y tejidos hasta este momento eran sólo algo imaginario, se tenía la idea de que se podría realizar, pero no se podía concretar por falta de conocimiento y avances tecnológicos. No fue hasta el siglo XIX que se pudieron llevar a cabo experimentos que permitieran dar bases para que se pudieran concretar de manera satisfactoria y posteriormente, exitosa.

## **1.2 ANTECEDENTES DE TRASPLANTES DE ÓRGANOS Y TEJIDOS EN EL MUNDO**

Después de varios intentos en los siglos XVI y XVII de trasplantar órganos y huesos en animales, y aunado a esto, el florecimiento de las ciencias tanto de la Zoología como de la Biología, se da pauta a realizar los primeros experimentos con éxito; los avances en siglos pasados tanto en cirugías vasculares y la cirugía en general y el uso de la anestesia en las mismas, hicieron posible los primeros trasplantes de órganos en animales.

De acuerdo con L. Andreu Periz (2004) Alex Carrell cirujano respetable a finales del siglo XIX considerado como el padre del trasplante, en 1902 realiza una publicación en una revista de carácter científico, como ha extraído un riñón a un perro, el cual se lo implantó en el cuello y observó cómo se reestablecía la circulación en este órgano; En años anteriores, Carrell ya experimentaba con otros animales en trasplantes de tiroides, corazón y óvulos, obteniendo con esto la posibilidad tanto técnica como quirúrgica de realizar trasplantes de órganos en seres humanos.

Carrell en 1908 logra realizar un trasplante renal en animales con un tiempo de vida de varios años; sin duda estos hechos fueron acontecimientos importantes para poder trasplantar órganos en seres humanos, los estudios realizados tanto en cirugía vascular como en desinfección de heridas lo llevaron a ganar el premio Nobel de Medicina y Fisiología en el año de 1912.

Por otro lado hasta entonces sólo se hacían experimentos con animales y plantas, pero en 1933 el doctor de origen ruso Georgi Voronoy realizó el primer trasplante en un ser humano y fue de tipo renal; El donante era un hombre de sesenta años que murió de una fractura de cráneo, después de 48 horas el órgano dejó de funcionar y el paciente falleció, la cirugía se consideró exitosa dado a que tuvo un tiempo de vida mayor al que se había contemplado, de tal forma que se volvió un antecedente importante en este rubro.

En 1954 se realizó el primer trasplante renal con éxito por los doctores Murray, Merrill y Harrison, en el hospital Peter Bent Brigham, en la ciudad de Boston, en los Estados Unidos de Norteamérica; fue realizado entre gemelos, en el cual fueron extirpados los dos riñones al paciente afectado, y este, pudo regresar a su vida normal, con lo anterior

dio pie a grandes avances en el estudio de mecanismos de rechazo de órganos y que se debería de considerar la compatibilidad genética.

Durante los años sesentas se inicia de forma terapéutica la práctica de trasplantes en los hospitales de Boston, París y Londres.

También el 1 de marzo de 1963 el doctor Thomas Starzl tras varios experimentos con perros en trasplantes de hígado, hace el primer trasplante hepático en humano a nivel mundial; se trataba de una niña de tres años de edad, el paciente solo duro con vida cinco días. Meses más tarde realizó un segundo trasplante pero ahora en un hombre de 48 años y que vivió veintidós días después de la operación. Posteriormente se realizaron varias cirugías de este tipo con éxito avanzando considerablemente en esta técnica, por tal motivo es llamado el padre del trasplante hepático y se habla que también llevó a cabo trasplantes de páncreas y corazón.

De acuerdo con Salazar (2003) en Diciembre 1967 se realiza el primer trasplante de corazón, en la Ciudad del Cabo Sudáfrica, por el doctor Christian Bernard y el paciente logró vivir 18 días. Señala también que en 1978 se introduce la ciclosporina, un inmunosupresor utilizado para evitar el rechazo en los injertos, alcanzando con ella ampliar la vida de los pacientes que han sido trasplantados de un 50% a un 80%.

Entre 1979 y 1980 se realiza el primer trasplante auditivo en el tallo cerebral para corregir la sordera profunda en personas que tuvieran este padecimiento considerado el primer implante coclear mono craneal a un niño. Así también señala que en 1982 se implanta el primer corazón artificial denominado *Jarvik-7* abriendo un panorama grandísimo ya que no se requerirá en un futuro órganos humanos para poder reemplazarlos.

Ayala (2003) comenta que en enero de 1999 se realiza el primer trasplante de mano, grandemente criticado dado a que el paciente debería tomar inmunopresores de por vida, dado a un posible rechazo del cuerpo hacia la mano, pero esto no tenía que ser en gran cantidad, si no de forma moderada.

En julio del 2001 se realiza el primer implante de corazón artificial autónomo denominado *Abiocor* fabricado de titanio y poliuretano, el paciente duró con vida alrededor de 151 días y falleció por un infarto cerebral.

En concordancia con Salazar (2003) citando a EL UNIVERSAL (2002) en Madrid España en el año del 2003 se realiza el primer trasplante multivisceral o de aparato digestivo completo en el Hospital de la Paz junto con la colaboración con el centro hospitalario Ramón y Cajal.

Con los avances científicos y tecnológicos que se han realizado durante todo este tiempo hasta hoy en día, han hecho que los trasplantes de órganos y tejidos sean una realidad y aumente como una alternativa de recuperación para pacientes que tienen alguna disfunción en los mismos. En México se realizan trasplantes desde hace varios años, los cuales, han ayudado de manera significativa a la recuperación de seres humanos para tener una mayor calidad y esperanza de vida.

### **1.3 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS TRASPLANTES EN EL MUNDO.**

Cada año en el mundo, mueren muchas personas que tienen alguna enfermedad crónica degenerativa como insuficiencia renal, diabetes, entre otras, que hacen que las mismas necesiten un órgano o tejido, debido al mal funcionamiento que tienen en el cuerpo y necesitan ser remplazados, ya que, una terapia de forma tradicional no puede sanarlos satisfactoriamente y necesariamente se requiere de un trasplante.

Según cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS) a través del Registro Mundial de Trasplantes (RMT) en el año del 2015 se realizaron 119 mil 873 órganos en el mundo, de los cuales, 79 mil 948 fueron de tipo renal, 26 mil 151 de Hepático, 6 mil 542 de Cardíaco, 4 mil 689 de pulmón, 2 mil 328 de páncreas y 215 de intestinos. Referencia.

Aunque son cifras alentadoras, se estima que en el mundo, solamente se abarca el 10% del total de la demanda de personas que requieren un órgano o tejido, lo cual es una problemática, porque a pesar de los esfuerzos realizados en los diferentes países, aún es muy bajo el porcentaje de trasplantes realizados.

De acuerdo a la OMS y RMT, de 112 países, de los cuales se recabaron datos de trasplantes de órganos y tejidos, España es líder en el mundo y en la Unión europea en cuanto a pacientes trasplantados por millón de personas (p.m.p) con 1007, seguido de Croacia con 921 p.m.p.; con lo que respecta en América, los estados unidos de

Norteamérica, es con el que cuenta con mayor cantidad de p.m.p teniendo 92.8, siendo a tercer lugar a nivel mundial.

En cuanto a América latina, argentina es el mejor posicionado en el lugar 14 con 40 p.m.p seguido de Brasil, Uruguay y Colombia; en cuanto a México se registra 233 p.m.p ubicándose en el lugar 24 de la lista.

En cuanto a donación se refiere, los datos recabados por la OMS de los 112 países en estados unidos de Norteamérica cuenta con el mayor índice de donantes p.m.p de 28.2, lo que representa alrededor de 9 mil 079 donaciones, seguido por países como Australia, Rusia y España.

En México se tienen registrados en el año del 2, 015,457 donaciones y en el año del 2016 15,151 donaciones, lo cual refleja que nuestro país a nivel internacional está dentro de los primeros 30 países con mayor cantidad de donaciones y trasplantes realizados.

Por otro lado en la República Mexicana se han realizado trasplantes de órganos y tejidos desde los años sesentas, hasta la fecha se han realizado alrededor de 3,216 trasplantes y 2, 165,165 donaciones, lo cual ha sido benéfico para la población nacional que lo ha requerido, y ha sido una ardua labor a través de los años para que esto pueda ser una realidad, a continuación se da a conocer los antecedentes de los trasplantes en nuestro país.

#### **1.4 ANTECEDENTES DE TRASPLANTES DE ÓRGANOS Y TEJIDOS EN MÉXICO.**

En México la medicina ha sido un factor importante desde antes de la conquista, los aztecas y los mayas tenían un amplio conocimiento en esta disciplina, ya tenían un extenso conocimiento del cuerpo humano y de remedios medicinales naturistas, a través de los años lograron hacer grandes avances, tanto en cirugías destinada a la curación de heridas durante las batallas, en contracturas de fracturas y también en luxaciones, también contaban con técnicas en asepsia de sutura y tratamientos naturales de recuperación del cuerpo.

Entre otras cosas en materia de trasplantes, en nuestro país ha tenido cada vez mayor injerencia, investigación y capitulación de los desarrollos en otros países.

En México los trasplantes se han hecho desde los años sesentas, el primer trasplante se realizó por los doctores Federico Ortiz Quezada, Manuel Quijano y Francisco Méndez en el año de 1963 en el Centro Médico Nacional, perteneciente al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y fue de tipo renal.

En 1970 se inicia la creación de programas de trasplantes en forma organizada en diferentes hospitales de México.

En 1985 se realiza el primer trasplante hepático realizado por el doctor Héctor Deliz y Héctor Orozco en el Instituto Nacional de Nutrición.

De acuerdo con el Centro Nacional de Trasplantes (CENATRA), en 1987 el doctor Arturo Dib Kuri realizó el primer trasplante multiorgánico que consistió en páncreas-riñón y es actualmente el director general del Centro Nacional de Trasplantes. Así también en 1988 el 21 de julio se realizó el primer trasplante cardíaco exitoso realizado por el doctor Rubén Agüero en el Centro Médico La Raza al paciente Fernando Tafoya. En relación con el CENATRA (2013), hasta el año del 2013 México ocupa el lugar 18 entre los 91 países registrados en el Observatorio Mundial de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el 4to. Lugar en el mundo que realiza más trasplantes vivos de tipo renal.

Los esfuerzos realizados tanto por organizaciones gubernamentales como privadas han dado grandes resultados, aunque aún falta una cultura de donación de órganos entre la población nacional.

Por otra parte la regulación tanto de los trasplantes como de la donación de órganos y tejidos no ha quedado atrás, ya que se tiene desde hace varios años una normatividad, incluida en la Ley General de Salud, la cual ha ido variando de acuerdo con los años y a las necesidades que tiene el sector salud en esta rama.

## **1.5 NORMATIVIDAD DE TRASPLANTES Y DONACIÓN DE ÓRGANOS Y TEJIDOS EN MÉXICO.**

En materia de trasplante y donación de órganos existe en México una normatividad que son las disposiciones legales que están sujetas a ésta, la cual ayuda de manera importante a tener diferentes lineamientos en cuanto a las donaciones, trasplantes, disposición de órganos y tejidos así como también para su trasportación y conservación que se encuentran en la Ley General de Salud publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de Febrero de 1984, siendo el presidente de la República Mexicana el Lic. Miguel de la Madrid Hurtado. Y su última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de Noviembre del 2015, siendo el presidente actual el Lic. Enrique Peña Nieto.

Así como también el Reglamento interior de la Secretaria de Salud publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de Enero del 2004 y se realizó la última reforma publicada en el mismo el 10 de enero de 2011. Siendo el Presidente de la República Mexicana el Lic. Vicente Fox Quesada. Y el nuevo Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Trasplantes publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de Marzo del 2014.

### **1.5.1 LEY GENERAL DE SALUD, ANTECEDENTES.**

La Ley General de Salud, es el instrumento rector encargado de normar, organizar, controlar y vigilar por conducto de las autoridades sanitarias, la prestación de servicios de salubridad general. Es el máximo instrumento que cuenta nuestro país que regula todo lo relacionado a lo anterior.

Domínguez (1996) señala las disposiciones legales acerca de los trasplantes de órganos y tejidos en México comienza en 1928 con el Reglamento Federal de Cementerios, inhumaciones, exhumaciones, conservación y traslado de cadáveres que fue abrogado, si bien no hablaba como tal de los trasplantes en su Capítulo III titulado “De la conservación, traslación, internación y salida de cadáveres”, ya se exigía un permiso para



conservar el cadáver por más tiempo de lo señalado por la ley en ese tiempo para poder llevar a cabo la inhumación o cremación del mismo.

Posteriormente el 8 de Noviembre de 1961 se publicó en *el Diario Oficial* de la Federación Reglamento de Bancos de Sangre, Servicios de Transfusión y Derivados de la Sangre que fue ya abrogado, se hablaba ya de donadores, los cuales en ese momento eran solamente consanguíneos, y sólo en caso de una emergencia médica.

En 1969 se realizó el proyecto sobre Bancos y Trasplantes de Tejidos y Órganos Humanos y Disposición de Cadáveres y en 1970 se realizó el Proyecto sobre Trasplante y otros aprovechamientos de órganos y tejidos humanos, los cuales sin duda fueron un parte aguas en cuanto a la legislación de los trasplantes dado a que ya se efectuaban en nuestro país y era una terapéutica alternativa con éxito que se podía realizar para la mejora de la salud en la sociedad.

En Domínguez (1996) citado por Ayala (2003) se señala que en 1973 se inicia la regulación legal en forma de los trasplantes en el Título Décimo del Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos, el cual contenía un título dedicado a la disposición de órganos, tejidos y cadáveres humanos ya hoy en día abrogado, el cual inició su vigencia a los 30 días después de su publicación en el Diario Oficial de la Federación, estaba integrado por un capítulo único de 16 en total.

En 1975 se crea el Registro Nacional de Trasplantes (RNT), el cual se genera como un organismo encargado de vigilar el cumplimiento de la normatividad, tanto del código Sanitario como de la Ley General de Salud.

En ese mismo año se crea también el Reglamento de Banco de Ojos de la Dirección General de Servicios Médicos del departamento del Distrito Federal.

Posteriormente en 1976 se publica en el Diario Oficial de la Federación el Reglamento Federal para la Disposición de Órganos, Tejidos y Cadáveres de Seres Humanos; En él se preveía la existencia de un Consejo Nacional de Trasplantes, como un órgano especializado en esta cuestión, y que actuaría como un organismo asesor de la que anteriormente fuera la Secretaria de Salubridad y Asistencia; en este reglamento ya se establecía la preferencia de las donaciones entre familiares de primer grado entre receptor y donador.

Más tarde en el 3 de Febrero de 1983 se reforma al Artículo 4 constitucional, la adición de este artículo es la más representativa modificación en cuestión de salud en los últimos años ya que establece que **“toda persona tiene derecho a la protección de la salud”** primicia de toda labor médica y en el caso de los trasplantes, todas las personas tiene derecho a trasplantes.

Domínguez (1996) señala que en 1984 se promulga la Ley General de Salud incluyéndose el Título Décimo Cuarto denominado **“Disposición de Órganos, Tejidos, Células y Cadáveres de Seres Humanos”** publicada el 7 de Febrero de 1984 en el Diario Oficial de la Federación y entró en vigor el primero de Julio del mismo año.

Después el 27 de Mayo de 1987 se publicaron reformas y se le hicieron adiciones a esta Ley, aunado a esto el 14 de julio de 1991 se añade el Título Décimo Cuarto al Control Sanitario de la Disposición de Órganos, Tejidos y Cadáveres de Seres Humanos, en el cual, hay diferentes capítulos, entre los más importantes se encuentran el Capítulo I “Disposiciones comunes”, Capítulo II “Órganos y tejidos” y el Capítulo III “Cadáveres” aunado a esto se sientan las bases para la realización de trasplantes y se crea el Programa y Registro Nacional de Trasplantes.

En 1986 entra en vigor la Norma Técnica sin número para la disposición de Sangre Humana y sus componentes con fines terapéuticos.

En noviembre de 1988 se expide la norma técnica 323 para la Disposición de Órganos y Tejidos de Seres Humanos con Fines Terapéuticos, fue publicada el 14 de Noviembre de 1988, la cual estaba formada por ocho capítulos y 46 artículos en total.

En 1991 se consolidan los trasplantes altruistas como medio para disminuir la tasa de mortandad y se reduce de doce a seis horas el periodo para comprobar los signos de muerte.

En 1994 la Secretaria de Salud emite la Norma Oficial Mexicana de Emergencia para la disposición de órganos y tejidos de seres humanos con fines terapéuticos.

En Enero de 1999 se crea el Consejo Nacional de Trasplantes integrado por instituciones públicas y privadas, con el fin de controlar la demanda de órganos y fomentar la cultura de donación entre la población mexicana, publicándose el Reglamento Interno, el 29 de Mayo del 2000.

El 26 de mayo del 2000 se publica el decreto por el que se reforma el Título Décimo Cuarto de la Ley General de Salud sobre Donación, Trasplantes y Pérdida de Vida.

El cambio constante de la sociedad, así como también de las diferentes situaciones que se viven cada día y la demanda de personas que actualmente requiere un trasplante, han llevado a realizar modificaciones y actualizaciones de manera importante en La ley General de Salud, dando respuesta a los tiempos actuales en esta materia.

### **1.5.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA LEY GENERAL DE SALUD**

La ley general de salud es el órgano la máxima autoridad en este rubro, esta tiene que tener modificaciones, de acuerdo a las necesidades mismas de la sociedad y del país y los trasplantes no son la excepción.

La última actualización y modificación que se realizó a la Ley General de Salud se dio en el 12 de Noviembre del 2015 decretada por el Presidente de la Republica el Lic. Enrique Peña Nieto en el establece que la donación de órganos entre seres humanos vivos, no solamente sea entre familiares directos si no también, entre personas que no tengan ningún parentesco, contribuyendo con ello a que se puedan realizar cada día más trasplantes y dar una mayor esperanza de vida a pacientes que lo requieran.

En el mismo año fue publicado el nuevo Reglamento de la Ley General de Salud en materia de trasplantes, en el Diario Oficial de la Federación el 26 de Marzo del año 2014. Con ello se da una visión más específica y especializada de todo lo relacionado con este tema, incluyendo la donación y disposición de órganos y tejidos, la cual es una parte importante en todo el proceso para poder acceder a un trasplante.

La Ley General de Salud son las disposiciones generales con la que el Sistema Nacional de Salud en nuestro país se maneja y se regula lo que a continuación se menciona y se detalla.

## 1.6 SISTEMA NACIONAL DE SALUD

Para que pueda operar la Ley General de Salud se necesita del Sistema Nacional de Salud para que la pueda aplicar de acuerdo a cada uno de sus rubros.

Ahora de acuerdo con el Art.5 de la Ley General de Salud, el Sistema Nacional de Salud es un conjunto de entidades tanto Federales así como también Estatales que prestan servicios de salud, ya sea de carácter privado como social a toda la población en general de la República Mexicana, a su vez coordina acciones para el cumplimiento del derecho a la salud de todo ciudadano.

El sistema nacional de salud tiene como objetivos:

1. *Proporcionar servicios de salud a toda la población.*
2. *Colaborar con el bienestar social.*
3. *Apoyar al el mejoramiento de las condiciones sanitarias del medio ambiente*
4. *Entre otros que los establece la Ley General de Salud en el Artículo 6°.*

El Sistema está conformado mayoritariamente por dos tipos de sectores el público conformado por:

- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)
- Instituto de Seguridad y de Servicios Sociales de los Trabajadores del Estados (ISSSTE)
- Petróleos Mexicanos (PEMEX)
- Secretaria de la Defensa Nacional (SEDENA)
- Secretaria de Marina (SEMAR)
- Y otros.

En este rubro también se encuentran instituciones que atienden a la población sin seguridad social como son:

- Secretaria de Salud (SSA)
- Servicios estatales de **Salud (SASA)**
- Seguro Popular de Salud (SPS)

Y el sector privado que es prestador de servicios que laboran en consultorios, clínicas y hospitales que atienden a la población en general.

El Sistema Nacional de Salud, para que pueda operar encuentra su apoyo en la entidad denominada Secretaria de Salud.

## **1.7 SECRETARIA DE SALUD**

La secretaria de Salud es el encargado de coordinar el Sistema Nacional de Salud de nuestro país, la cual se encarga de:

1. *Establecer y conducir la política nacional en materia de salud.*
2. *Coordinar los programas de salud.*
3. *Impulsar la desconcentración y descentralización de los servicios de salud*

Entre otras cosas establecidas en la Ley General de Salud en el Artículo 7°.

Actualmente está Presidida por el Dr. José Narro Robles Ex Rector de la Universidad Nacional Autónoma De México, que entró en funciones el 8 de febrero de 2016 siendo el actual presidente de la República el Lic. Enrique Peña Nieto.

Entre otras cosas, Martínez (2012) la Secretaria de Salud es la dependencia del Ejecutivo Federal que en materia de trasplantes se encarga de difundir y promover una cultura de la donación y trasplantes de los diferentes órganos y tejidos humanos, y asignarla como una alternativa viable para la preservación de la salud.

De tal forma que la responsabilidad de está es normar, coordinar y procurar los esfuerzos relacionados con la donación y trasplante de órganos y tejidos así como también el control y la disposición de los mismos; para dicha tarea, la Secretaria de Salud cuenta con Centro Nacional de Trasplantes (CENATRA), para encargarse con todo lo mencionado anteriormente, el cual lo establece la Ley General de Salud en el Artículo 313.

### 1.7.1 CENTRO NACIONAL DE TRASPLANTES

El Centro Nacional de Trasplantes (CENATRA) es un organismo desconcentrado que depende directamente de la Secretaría de Salud y es responsable del Subsistema Nacional de Trasplantes (SNT) de México.

El CENATRA de acuerdo con Martínez (2017) nace debido a la creciente demanda de especialistas en este ramo en el año 2000, dependiendo directamente del SNT hecho un año antes.

Siendo su primer Director General el DR. Arturo Dib Kuri teniendo el cargo hasta el año 2014 y actualmente dirigida por el DR. José Salvador Aburto Morales, quien asumió el cargo el 4 de octubre del mismo año.

Su objetivo principal es organizar y fomentar los diferentes programas de donación y trasplantes en las diferentes instituciones de salud ya sea de carácter público, social o privado.

El CENATRA tiene como funciones principales las cuales están mencionadas en el Artículo 4° del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de trasplantes:

- I. Establecer programas y campañas orientados a difundir entre los responsables sanitarios y los profesionales de la salud, los requisitos sanitarios que se deben satisfacer en la Disposición de Órganos, Tejidos y células con fines de Trasplantes;*
- II. Fomentar en coordinación con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal y los gobiernos de las entidades federativas, acciones para promover la donación de Órganos, Tejidos y Células, tanto en vida como después de acontecida la pérdida de la misma con fines de trasplante.*
- III. Informar y orientar a la población sobre la donación de órganos y Tejidos con fines de trasplante, así como impulsar la participación de los medios de comunicación en la difusión de información relativa a las acciones que impliquen actividades a favor de una cultura de donación de Órganos, Tejidos y células;*
- IV. Fomentar el desarrollo de programas de estudio e investigación relacionadas con la disposición de Órganos, tejidos y células, en lo que respecta a trasplantes;*
- V. Coordinar el Subsistema Nacional de Donación y Trasplantes.*

- VI. *Coordinar la distribución y asignación de Órganos, tejidos Células de Donadores con pérdida de vida para Trasplantes, y*
- VII. *Operar el Registro Nacional de Trasplantes*

El CENATRA está integrado por personal altamente calificado en el área de la administración de la salud pública federal y está integrada por diferentes áreas como:

- Dirección General
- Dirección de Registro Nacional de Trasplantes
- Dirección de Planeación, Enseñanza y Coordinación Nacional
- Subdirección de Normas y Asuntos Jurídicos
- Subdirección de Administración



Imagen 1. **Organigrama del CENATRA.** Fuente CENATRA.  
[http://www.cenatra.salud.gob.mx/interior/acerca\\_cenatra\\_organigrama.html](http://www.cenatra.salud.gob.mx/interior/acerca_cenatra_organigrama.html). Visto 12 de Marzo 2017.

Actualmente las oficinas del CENATRA están ubicadas en Carretera Picacho-Ajusco No. 154 6to piso Col. Jardines en la Montaña Del. Tlalpan C.P. 14210, México D. F.

Por otra parte dentro de las funciones del CENATRA se encuentra el coordinar el Subsistema Nacional de Donaciones y Trasplantes el cual se describe a continuación.

### 1.7.2 SUBSISTEMA NACIONAL DE DONACIÓN Y TRASPLANTES

El Subsistema Nacional de Donación y Trasplantes (SNDT) es una estructura virtual, que depende directamente del CENATRA, que se encarga de establecer un modelo de Donación y Trasplantes adecuado, de acuerdo a las necesidades que el Sistema Nacional de Salud lo requiera.

La Ley General de Salud en el Título Décimo Cuarto, titulado Donación, Trasplantes y Pérdida de vida, Capítulo I, Disposiciones Comunes, Artículo 314 Bis 1, menciona que el Subsistema Nacional de Donación y Trasplantes estará constituido por Dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, CENATRA, Centros Estatales de Trasplantes y de personas tanto físicas como morales de los sectores públicos, sociales que presten servicios de salud y que aparte realicen actividades relacionadas con los trasplantes o donación de órganos, tejidos y células.

Es decir, todos los hospitales del país que cuenten con una licencia del tipo sanitaria ya sea para realizar donaciones, trasplantes o en su caso banco de tejidos, como los señala el Artículo 315 de la Ley General de Salud.

- |      |   |
|------|---|
| I.   | <i>La extracción, análisis, conservación, preparación y suministro de órganos, tejidos y células;</i> |
| II.  | <i>Los trasplantes de órganos, tejidos y células;</i>   |
| III. | <i>Los bancos de órganos, tejidos no hemáticos y células;</i>   |
| IV.  | <i>Los servicios de sangre;</i>   |
| V.   | <i>La disposición de células troncales, y</i>   |
| VI.  | <i>Los establecimientos de medicina regenerativa.</i>   |

Hoy en día se cuenta con alrededor de 504 instituciones con una licencia o un programa de donación, trasplante o banco de tejidos. Ver tabla 1



Tipo de Licencia	Núm. De hospitales
Procuración	396
Trasplante	378
Banco	63

Tabla 1. **Establecimientos Vigentes con Licencia.**

Fuente: [http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf). Visto el 9 de Marzo 2017

Las licencias son otorgadas por la Secretaria de Salud a los establecimientos que cuentan ya sea con el personal, la infraestructura, instrumental entre otros, y tienen una vigencia hasta de 5 años como lo marca la Ley General de Salud en el Artículo 315.

Estos establecimientos anteriormente mencionados deben de tener al interior de la institución comités internos de Coordinación, los cuales, son los encargados de la distribución y asignación de órganos y tejidos.

### 1.7.3 CONSEJO NACIONAL DE TRASPLANTES

El CENATRA (2017) menciona que el Consejo Nacional de Trasplantes es un organismo creado en Enero de 1999, tiene como objetivo principal el promover el diseño, la instrumentación y la operación del Sistema Nacional de Trasplantes.

Entre otras funciones que realiza se encuentran:

- *Promover las estrategias de acción para la elaboración y aplicación del programa nacional de trasplantes.*
- *Sugerir actividades educativas, de investigación y de difusión.*
- *Difundir la normatividad y la información científica, técnica y sanitaria en materia de trasplantes entre los sectores involucrados.*
- *Coordinar sus acciones con el Registro Nacional de Trasplantes.*
- *Promover mecanismos para la evaluación de los Programas de capacitación y atención médica relacionados con los trasplantes.*

- *Promover modificaciones a las normas procedimientos vigentes, propiciando su simplificación administrativa.*
- *Coadyuvar con las autoridades competentes en la prevención de tráfico de órganos y tejidos.*

Ahora tanto el CENATRA como los Consejos Estatales de Trasplantes deben de coordinarse, para emprender actividades tanto de promoción y fomento de la cultura de la donación.

#### **1.7.4 COMITES INTERNOS COORDINACIÓN.**

Los comités internos son la autoridad máxima que decide sobre la distribución y asignación de órganos y tejidos con fines de trasplante en cada uno de los hospitales que conforman la base del Subsistema Nacional de Donación y Trasplantes.

Cada uno de los hospitales que cuentan con una licencia ya sea tanto para la donación o para trasplante de órganos y tejidos deben conformar sus propios comités internos para la asignación y distribución de los mismos, y la máxima autoridad será presidida por el Director General del establecimiento o su inmediato inferior como la marca la Ley General de Salud en el Artículo 316.

Los comités internos están conformado por especialistas en el ramo, tales como coordinadores de donación y de trasplante, personal jurídico y administrativo, entre otros, y están vigilados y supervisados por la Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), CENATRA, y de las coordinaciones de trasplante y de donación de cada hospital.

#### **1.7.5 CENTROS ESTATALES DE TRASPLANTES (CEETRAS)**

De acuerdo con CENATRA (2012) son consejos autónomos formados en cada entidad estatal de la República Mexicana que forman parte del SNDT, los cuales su función es promover y apoyar todo lo relacionado en materia de trasplantes, desde la logística,

coordinación, entre otros tanto en las instituciones públicas, sociales y privadas del sector salud en coordinación con el CENATRA.

Con todo lo anterior el STDN cuenta con una red a nivel nacional en materia de trasplantes, esto facilita de manera importante tanto la identificación de posibles donadores, posibles receptores así como también la logística de transporte de órganos y tejidos a los diferentes puntos del país, todo ello con la finalidad que cada vez se haga más eficiente y oportuna todo el proceso de trasplantes.

Existen organizaciones civiles que apoyan de manera sustantiva a todo lo relacionado con el trasplante y donación de órganos y tejidos en nuestro país y están en coordinación continua con el CENATRA y actualizando constantemente la información con el Registro Nacional de Trasplantes como lo marca la Ley General de Salud en el Artículo 314 BIS.

#### **1.7.6 ORGANIZACIONES CIVILES.**

Existen organizaciones Civiles no Gubernamentales (ONG) en México las cuales ayudan de manera considerable a diversos temas que tiene el CENATRA a su cargo, tales como la investigación, desarrollo económico, desarrollo humano , entre otros; relacionados con la donación y trasplantes de órganos.

Existe hoy en día un registro de asociaciones civiles que apoyan sustancialmente, aparte de las antes mencionadas, en ofrecer apoyos económicos, psicológicos, económicos legales y sociales tanto a pacientes como a sus familias que así lo requieran.

## **1.8 DONACIONES DE ÓRGANOS Y TEJIDOS EN MÉXICO.**

Conforme ha pasado el tiempo las donaciones de órganos y tejidos ha ido aumentando de forma considerable en nuestro país y ha hecho que cada vez más seres humanos tengan una oportunidad de vida, el proceso de donación es un factor importante para que se puedan realizar trasplantes de órganos y tejidos.

### **1.8.1 PROCESO DE DONACIÓN DE ÓRGANOS Y TEJIDOS CON FINES DE TRASPLANTES EN MÉXICO.**

El proceso de donación de órganos y tejidos humanos, es un procedimiento que requiere una serie de pasos para que esto pueda suceder; se debe de tener en cuenta diversas consideraciones tanto médicas como legales, las cuales, deben ser específicas y oportunas.

En este sub capítulo se dará a conocer en qué consiste una donación, los diferentes tipos, sus características de cada uno de ellos, así como también sus estadísticas.

Ahora, según la Ley General de Salud de nuestro país en el Capítulo Décimo Cuarto, el cual esta titulado como Donación, Trasplantes y Pérdida de Vida, Capitulo II titulado como Donación, Artículo 321, define a la donación como:

*La donación en materia de órganos, células y cadáveres, consiste en el conocimiento tácito o expreso de la persona para que, en vida o después de su muerte su cuerpo o cualquiera de sus componentes se utilice para trasplante. (Ley General de Salud. Pag.116)*

El Centro Nacional de Trasplantes en su página Web señala:

Por otra parte, la Ley General de Salud en su Art. 320 menciona que toda persona es disponente de su cuerpo y podrá donarlo, total o parcialmente para los fines y con los requisitos que sean solicitados.

*La donación es el acto de dar un órgano, tejido o célula de sí mismo a otra persona que lo necesita para mejorar su salud. En el proceso de donación se involucran aspectos médicos, sociales psicológicos éticos y legales.*

*([http://www.cenatra.salud.gob.mx/interior/donacion\\_presentacion.html](http://www.cenatra.salud.gob.mx/interior/donacion_presentacion.html)) Visto 09 de Marzo 2017*

Se entiende por donador o disponente como:

*Al que tácita o expresamente consiente la disposición en vida o para después de su muerte, de su cuerpo, o de sus órganos, tejidos y células, conforme a lo dispuesto por esta Ley y demás disposiciones jurídicas aplicables;. Artículo Décimo Cuarto, Donación, Trasplantes y Pérdida de Vida, Capítulo I, Disposiciones Comunes, Fracción VI, Pag.111.*

Se entiende por disposición al conjunto de actividades relativas a la obtención, análisis, conservación, preparación, suministro, utilización y destino final de órganos, tejidos, componentes de tejidos células, productos y cadáveres de seres humanos, con fines terapéuticos de docencia e investigación.

Por lo anterior encontramos que el donador o disponente es la persona que autoriza la extracción, análisis y utilización con fines terapéuticos siempre y cuando, esté, dé su consentimiento de forma tácita o expresa.

La Ley General de Salud en su artículo 324 comenta que el consentimiento de forma tácita se refiere a cuando un donador o donante no haya expresado su negativa a donar sus órganos y tejidos en un documento y teniendo en cuenta el consentimiento de familiares directos.

El CENATRA (2017) expone que cuando se da el consentimiento de forma expresa es cuando se manifiesta de forma escrita o verbal la voluntad de donar órganos y tejidos ya sea en vida o después de la misma; ahora bien, la Ley General señala en el Artículo 322 párrafo cuatro que cuando exista este tipo de donación y sean mayores de edad y aparte tengan capacidad jurídica no se podrá de ningún modo revocar esta decisión por terceros, es decir familiares directos como padres o cónyuge, entre otros.

Entre otras cosas el CENATRA cuenta con un “Documento Oficial de Donación” para manifestar el consentimiento expreso para donar órganos, tejidos y células después de

la muerte para que éstos sean utilizados en trasplantes; el cual puede ser descargado de la página web del mismo organismo; esto conforme al Artículo 329 segundo párrafo de la Ley General de salud y el Artículo 8 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Trasplantes.

Actualmente también existe una tarjeta de donación en línea, la cual, acepta expresamente la donación de sus órganos después de la muerte. Ver imagen 2

<p><b>Respetemos la voluntad de quien decidió donar sus órganos y tejidos</b></p> <p>Testigos</p> <p>_____ Nombre y firma</p> <p>_____ Nombre y firma</p> <p>26 de septiembre "Día nacional de la donación y trasplante de órganos"</p> <p>Infórmate en <a href="http://www.gob.mx/cenatra">www.gob.mx/cenatra</a> 01800 201 7861 y 62 LOCATEL 56581111</p>	<p><b>SALUD</b> SECRETARÍA DE SALUD</p> <p><b>CENATRA</b> CENTRO NACIONAL DE TRASPLANTES</p> <p><b>DONACIÓN VOLUNTARIA DE ÓRGANOS Y TEJIDOS</b></p> <p>A mi familia: Es mi voluntad que a mi fallecimiento y con la esperanza de ayudar a salvar vidas, sean donados mis órganos y tejidos con fines de trasplante.</p> <p>Cuando esto suceda, apoyen mi decisión y ayuden a cumplir mi voluntad.</p> <p>Los ama...</p> <p>_____ Nombre y firma</p>
<b>Reverso</b>	<b>Anverso</b>

Imagen 2. **Tarjeta de Donación Voluntaria.** Fuente CENATRA.  
[http://www.cenatra.salud.gob.mx/descargas/index/tarjeta\\_donador1.pdf](http://www.cenatra.salud.gob.mx/descargas/index/tarjeta_donador1.pdf).  
 Visto el 12 de Marzo 2016

Aunado a lo anterior el CENATRA cuenta con un Registro en Línea de donadores voluntarios en donde se pueden registrar si así lo desean y es de manera anónima. Ver Imagen 3

The image shows a web form from CENATRA (Centro Nacional de Trasplantes) titled "Donación expresa de órganos y tejidos para después de la muerte". The header includes the CENATRA logo and the date/time: "domingo, 12 de marzo del 2017, 03:39:31". The form is divided into sections, with the first section titled "1.- Datos del Solicitante. Deberá anotar sus datos personales." containing fields for:
 

- \*Nombre completo (with sub-fields for \*Nombre(s), \*Apellido Paterno, and \*Apellido Materno)
- \*Edad (with a dropdown for "años cumplidos")
- Fecha Nacimiento (with a date picker and format "(dd/mm/aaaa)")
- \*CURP (with a link "Si desea, puede consultar la CURP")
- \*Género (with a dropdown menu labeled ">> Selecciona Género <<")
- \*Código Postal
- \*Ciudad
- \*Estado (with a dropdown menu labeled ">> Selecciona Estado <<")
- Correo electrónico

 At the bottom of the form are two buttons: "Agregar" and "Cancelar".

Imagen 3. **Registro en Línea de Donadores voluntarios.** Fuente CENATRA.  
<http://www.cenatra.gob.mx/dv/index.php>. Visto el 12 de Marzo 2016

Pero también en el Reglamento De La Ley General de Salud en Materia de Trasplantes en el Titulo Segundo que se titula La Donación Para Fines de Trasplante en el Capítulo I Del Consentimiento para la Donación de Fines de Trasplante en el Artículo 6 dice.

*En ningún caso se podrá disponer de órganos, tejidos y células para fines de trasplante, en contra de la voluntad del donador. (Ley general de salud, 2015.)*

Esto quiere decir que toda persona, no está obligada a donar cualquier parte de su cuerpo, si no está de acuerdo con ello, ya sea tanto en vida como en muerte, a menos que este exprese su consentimiento para dicho fin; el cual, deberá estar por escrito y esta puede ser amplía cuando se refiera a la disposición total o en su caso limitada cuando solo se le otorgue a determinados componentes; entiéndase por componente como tejido, células y sustancias que conforman al cuerpo humano.

Actualmente el CENATRA también cuenta con un formato el cual se puede descargar en línea en su página WEB denominado formato, para manifestar la negativa expresa a ser donador.

Para que la donación se lleve a cabo, como se dijo anterior mente, es necesaria la autorización de las personas que toman esa decisión, ya sea el propio donador, sobre todo en lo donación en vida, o de los familiares en el caso de donación cadavérica que

deciden donar los órganos o tejidos de un familiar que perdió la vida en el supuesto de que este no haya dado su consentimiento pero si su intención de donar.

La donación de órganos y tejidos es coordinada por grupos de médicos enfermeras, paramédicos y trabajadores sociales que son altamente capacitados, teniendo como fin último de estos, el de fomentar la donación e incrementar el número de trasplantes que se realizan en el país.

Cabe mencionar que todo el procedimiento de donación de órganos y tejidos humanos se hace en hospitales autorizados por la Comisión Federal contra Riesgos Sanitarios de la Secretaría de Salud, los cuales están autorizados para que se realice este procedimiento y cuenten con un programa de donación al interior del mismo; así como lo señala la Ley General de Salud en el Artículo 315 fracción I que dice:

*Los establecimientos de salud que requieren de autorización sanitaria son los dedicados a:*

1. *La extracción, análisis, conservación, preparación y suministros de órganos, tejidos y células; Ley general de salud 2015, pág. 113.*

Existen limitantes para que no se pueda concretar la donación de órganos y tejidos, ya que no en todos los casos se podrá disponer de los mismos de acuerdo a ciertas condicionantes que puedan tener los donantes.

### **1.8.2 LIMITANTES PARA CONCRETAR LA DONACIÓN DE ÓRGANOS Y TEJIDOS**

Existen algunas limitantes para la donación de órganos y tejidos humanos para trasplantes tanto médicos como legales.

En la ley General de Salud establece en el Artículo 332 segundo párrafo menciona que no se podrá tomar órganos y tejidos de menores de edad con fines de trasplante cuando estos estén vivos, excepto cuando los representantes legales de los mismos expresen su consentimiento expreso; por otra parte en el caso de pérdida de vida, sí se podrán tomar órganos y tejidos, pero también sólo con el mismo consentimiento anteriormente mencionado.



Otra restricción para que no se lleve a cabo la donación de órganos y tejidos, son en el caso de que los donadores sean individuos con alguna incapacidad mentales.

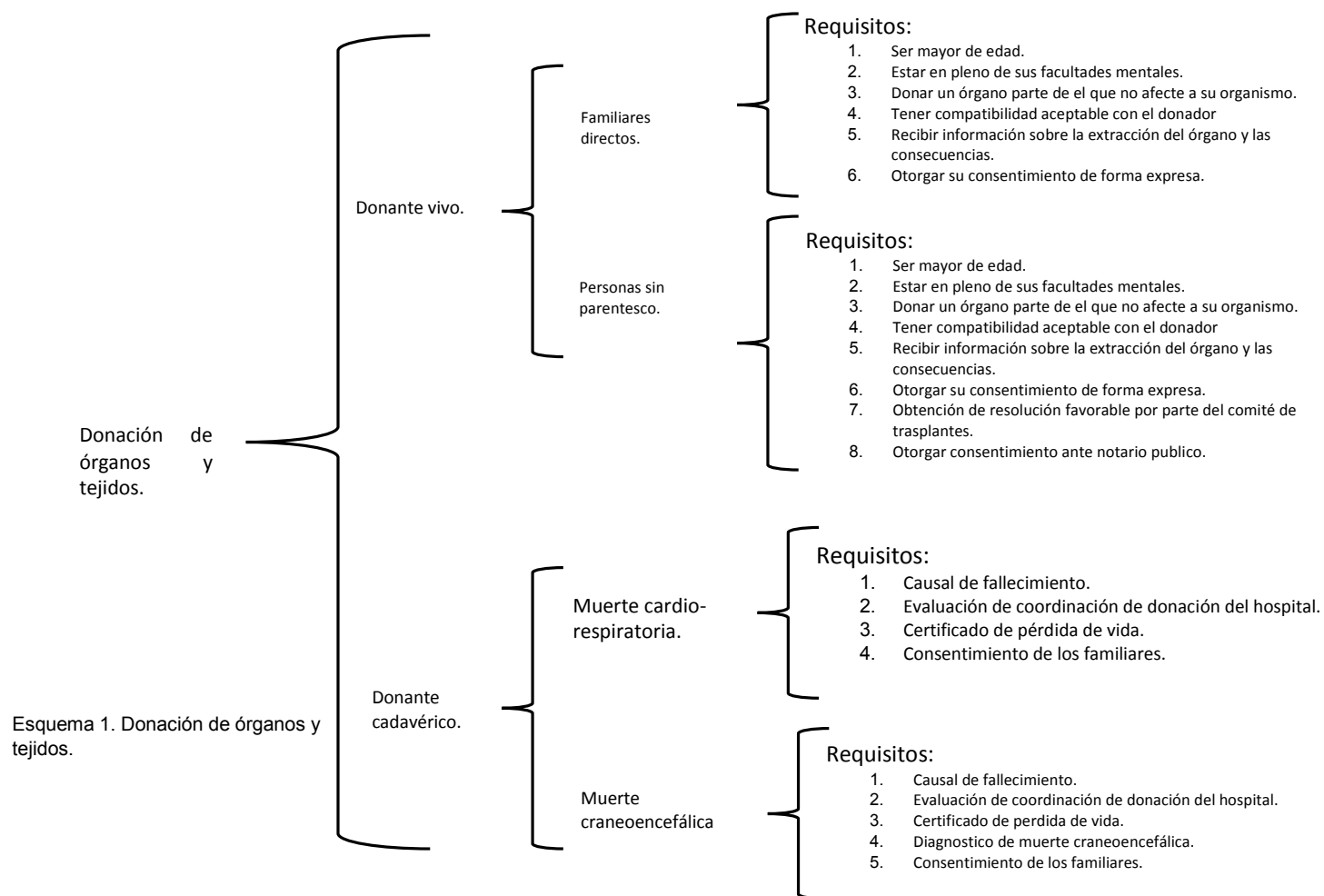
También el Artículo 326 de la Ley General de Salud fracción II dice que cuando una mujer embarazada haya otorgado su consentimiento expreso para la donación de órganos y tejidos solo será admisible si el receptor está en peligro de muerte , pero agrega que esto solo se pudiera dar siempre y cuando no implique un riesgo para la salud tanto de la mujer como del producto de la concepción.

Existen diferentes tipos de donación de órganos y tejidos humanos, los cuales, tienen, tanto características diferentes como procedimientos para poderse realizar, a continuación se dará información amplía sobre este tema.

### **1.8.3 TIPOS DE DONACIÓN DE ÓRGANOS Y TEJIDOS PARA TRASPLANTE.**

Es importante conocer los diferentes tipos de donaciones existen así como también sus características ya, que de ello depende en gran parte, cubrir la demanda nacional de trasplantes de órganos y tejidos e informar a la población en general en cuanto a esta cuestión; así como también diferenciar los tipos de donación y los procesos que se tienen que llevar a cabo, tanto médica y/o legalmente.

Existen dos tipos de donación que se realizan para poder trasplantar órganos y tejidos en seres humanos, que pueden ser, tanto de un donador vivo o de uno cadavérico, los cuales, cada uno de ellos tiene diferentes requisitos. Ver Esquema 1.



Esquema 1. Donación de órganos y tejidos.

Los requisitos para que se puedan concretar las donaciones de órganos y tejidos, los establece la Ley General de Salud en el Artículo 333 y 334 pág. 118 y 119.

### 1.8.3.1 DONACIÓN EN VIDA DE ÓRGANOS Y TEJIDOS CON FINES DE TRASPLANTE.

Los casos de donación en vida, es cuando el donante se puede desprender de un órgano o una proporción de este, sin que afecte su salud, y que se regenere o que su función pueda ser compensada por el organismo, por lo cual se deben realizar evaluaciones previas.

Las donaciones de órganos y tejidos en vida están hechas generalmente por familiares directos del candidato o receptor, esto primordialmente por la compatibilidad que tengan con el receptor; hoy en día pueden donar sus órganos personas que no sean familiares directos del candidato, gracias a la modificación de Ley en el año del 2015.

Entiéndase por receptor candidato como:

*El paciente que ha sido aceptado por el Comité Interno de Trasplantes para ser Receptor de un Órgano, Tejido o célula que ha sido inscrito en el Registro Nacional de Trasplantes hasta antes que se realice el Trasplante. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Trasplantes, Capítulo único, De las Disposiciones Generales, fracción XV, Pág. 24.*

Es común que cuando a una persona se le diagnostica la necesidad de un trasplante por ejemplo de tipo renal, se consulte a sus familiares para saber si tienen la disposición de donarles alguno de los suyos, sobre todo en caso de padres a hijos.

Ahora de acuerdo con el artículo 333 en la pág. 118 de la Ley General de Salud para realizar un trasplante entre vivos deben cumplirse con los siguientes requisitos por parte del donante:

- I. Ser mayor de edad y estar en pleno de sus facultades mentales*
- II. Donar un órgano o una parte de él, siempre que su función pueda ser compensada por el organismo de forma adecuada.*
- III. Tener compatibilidad aceptable con el receptor.*
- IV. Recibir la información completa sobre los riesgos de la operación y las consecuencias de la extracción del órgano, de parte de un médico distinto de los que intervendrán en el trasplante.*
- V. Haber otorgado su consentimiento de forma expresa, en términos de los artículos 322 y 323 de esta ley.*

Estos requisitos son fundamentales para que una persona pueda donar un órgano o en su caso un tejido.

Según el Reglamento de la Ley General de Salud dice en el Artículo 9 pág. 24 y 25, que dicho documento deberá expresar su consentimiento para la donación en vida de sus órganos tejidos y células con fines de trasplante, el cual será obtenido por un comité interno de trasplantes y deberá contener por lo menos con los siguientes datos:

- Nombre del donador.
- Domicilio del donador.
- Edad del donador.
- Sexo del donador.
- Estado civil del donador.
- Ocupación del donador.

Cabe destacar que cada hospital cuenta con su formato, pero dice el reglamento de la Ley General de Salud por lo menos deber contener con los anteriores datos.

Ahora en el Artículo 333 Fracción VI pág. 118 dice que los trasplantes entre personas vivas se deberán realizar de preferencia entre personas que tengan algún parentesco ya sea por consanguinidad, civil o de afinidad; pero también dice que en caso cuando no exista un donador relacionado por algún tipo de parentesco, será posible realizar dicha donación. Esto es un gran avance en materia de donación y trasplantes de órganos, ya que gracias a la reforma hecha en el año del 2015, si se pueden realizar pero sin fines de lucro, a lo que anteriormente solo se podrían realizar trasplantes entre vivos que tuvieran un lazo familiar civil o de parentesco.

Para que pueda suceder lo anterior, cuando el donador no esté relacionado con el parentesco, además de los anteriores requisitos, deberán contar los siguientes:

- |   |
|---|
| a) <i>Obtener resolución favorable del comité de trasplantes del hospital, previa evaluación médica, clínica y psicológica.</i> |
|---|

- b) *El interesado debe otorgar su consentimiento expreso ante un notario público y manifestar que recibió información completa sobre el carácter altruista, libre y consciente de la donación, sin que medie remuneración alguna.*
- c) *Haber cumplido con todos los requisitos legales y procedimientos establecidos por la Secretaría, para comprobar que no se está lucrando con esta práctica. (LEY GENERAL DE SALUD, Art.333 Fracción VI, incisos a,b,c , 2015, pág. 118).*

Hay que tomar en cuenta que en el caso de que el donador se arrepienta o decline a no donar un órgano o parte de él, dicho consentimiento podrá ser revocado en cualquier momento antes del trasplante, lo cual también lo señala la Ley General de Salud en el Artículo 333 Fracción VI inciso B, pág. 119.

Para que se pueda concretar una donación entre vivos también se deben aprobar diferentes pruebas como de histocompatibilidad, psicológicas entre otras donde no se encuentre ningún impedimento para la donación.

Una vez que el donador haya otorgado su consentimiento y pasado todas las diferentes pruebas, se inician con los preparativos de la operación, que paralelamente también se prepara al receptor; se realiza la extracción del órgano o tejido, por el mismo equipo médico que llevará a cabo el trasplante en el receptor.

De acuerdo con Ayala (2003) ya una vez trasplantado el órgano o tejido se efectúa la etapa de recuperación de ambos pacientes con una supervisión médica periódica, ya recuperados tanto donador como receptor el médico tratante lleva a cabo una supervisión periódica de la recuperación del trasplantado.

Las consideraciones entre un donador en vida y uno del tipo cadavérico se diferencian indudablemente, dado al origen del órgano o tejido, y la disposición de los mismos.

### 1.8.3.2 DONACIÓN CADAVERICA DE ÓRGANOS Y TEJIDOS CON FINES DE TRASPLANTE.

La Ley General de Salud en el Artículo 331 establece que los órganos y tejidos deberán obtenerse preferentemente de personas que hayan perdido la vida.

La donación de personas fallecidas sólo se puede realizar cuando un ser humano muere por muerte cráneo encefálica o por paro cardiorrespiratorio.

Ahora según la Ley General de Salud en el artículo 325 dice que:

*Artículo 325.- El consentimiento tácito solo se aplicará para la donación de órganos y tejidos una vez que se confirme la pérdida de vida del disponente. (Ley General de salud, Art. 325., 2015, pág. 117)*

Y agrega que:

*En el caso de donación tácita, los órganos y tejidos solo podrán extraerse cuando se requieran con fines de trasplante. (Ley General de salud, Art. 325., 2015, pág. 117)*

Es decir solo se podrán donar los órganos y tejidos de una persona que haya perdido la vida, siempre y cuando el donador haya expresado su consentimiento y se haya confirmado la misma.

En el Art. 324 de la Ley General de Salud se suscribe que no siempre sucede la anterior situación, ya que el consentimiento en caso de que el disponente no pueda manifestar su voluntad al respecto, lo pueden realizar los familiares directos, los cuales pueden dar su aprobación para la donación. (Art. 324 Ley General de Salud Pág.116).

Según la Ley General de Salud en el Artículo 314 Fracción XVI los define como disponente secundarios ha:

- Él o la cónyuge.
- Él concubinario o concubina.
- Descendientes.
- Ascendientes.

- Hermanos.
- Adoptivo o adoptante.

Los disponentes secundarios pueden otorgar el consentimiento mediante un documento en el que haga constar su aprobación de la extracción de órganos, tejidos y células del cuerpo humano del disponente o donador fallecido y con ese orden de prelación. (Reglamento Ley General de Salud en Materia de Trasplantes, Art.10. 2014, pag. 24)

Dicho documento según el Reglamento de la Ley de Salud en Materia de Trasplantes en el deberá de contener los siguientes datos:

- |       |   |
|-------|---|
| I.    | <i>Nombre del otorgante y fecha de nacimiento.</i>  |
| II.   | <i>Domicilio del otorgante</i>  |
| III.  | <i>Nombre y datos del Donador, entre ellos fecha de nacimiento, domicilio y nacionalidad.</i>   |
| IV.   | <i>Relación del otorgante con el donador que lo legitime a dar su consentimiento.</i>   |
| V.    | <i>La manifestación de que fue informado acerca de la donación de que se trate, que se le dio la oportunidad de hacer preguntas y que estas fueron contestadas satisfactoriamente.</i>  |
| VI.   | <i>La declaración de que siendo mayor de edad y estando en pleno de sus facultades mentales, autoriza libremente la donación total o parcial del cuerpo del Donador, a título gratuito, para ser utilizado con fines de trasplante.</i> |
| VII.  | <i>Lugar y fecha en que se emite el documento, y</i>  |
| VIII. | <i>Firma o huella digital del otorgante y la de los testigos.</i>   |

El formato que se utilice o maneje cada hospital es diferente y gestionado por el coordinador hospitalario de trasplantes, que es el encargado de esta tarea de cada uno de los nosocomios, pero deberá de por lo menos contener los datos anteriores.

En el Art. 7 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Trasplantes, ubicado en el Título Segundo denominado, La Donación para Fines de Trasplantes Capítulo I, Del Consentimiento para la Donación para Fines de Trasplantes, pág. 3. Señala que para concretar la donación de un órgano o tejido, sólo se podrá realizar para la conservación de la vida, y sólo podrá hacerse una vez declarada la pérdida de la misma del donador.

En la misma ley en los Art. 322 y 237, la donación antes mencionada deberá ser altruista sin fines de lucro y factibilidad, es decir, no se podrá recibir pago alguno por la donación de órganos.

Para la realización de la extracción de órganos, tejidos y células, primero se deben llevar a cabo evaluaciones médicas correspondientes, para determinar la pérdida de vida del donador.

Según el Artículo 334 de la Ley General de Salud, ubicado en el apartado de Trasplantes pág. 119, para que se puedan realizar trasplantes de personas que hayan perdido la vida deberá cumplirse lo siguiente.

- I. Comprobar, previamente a la extracción de los órganos y tejidos y por un médico distinto a los que intervendrán en el trasplante o en la extracción de los órganos o tejidos, la pérdida de la vida del donante.*
- II. Existir consentimiento expreso del donante, que conste por escrito o no constar la revocación del tácito para la donación de sus órganos y tejidos:*
- II Bis. Proporcionar información completa, amplia veraz y oportuna al o la cónyuge, el concubinario, la concubina, los descendientes, los ascendientes, los hermanos, el adoptado o el adoptante de la persona fallecida, conforme a la prelación señalada, de los procedimientos que se llevarán a cabo, y.*
- III. Asegurarse de que no exista riesgo sanitario alguno.*

En el artículo 20 del el Reglamento de la Ley de Salud en materia de trasplantes en el Capítulo II Titulado “De los trasplantes de donadores que hayan perdido la vida” pág. 7 dice:

*Para la extracción de órganos, tejidos y células de un donador en el que se haya certificado la pérdida de vida, a fin de minimizar los riesgos de efectos adversos en el receptor y no comprometer el éxito del trasplante, se deberá comprobar mediante la evaluación médica correspondiente del donador cumpla con los siguientes requisitos.*

- I. Tener una edad fisiológicamente útil para fines de la donación al momento de la pérdida de vida*
- II. No haber presentado neoplasias malignas con riesgo de metástasis, infecciones u otros padecimientos que pudieran afectar al receptor.*
- III. No haber sufrido de letargo de una agonía prolongada.*



En los casos en los que la pérdida de la vida esté relacionada con una investigación judicial se notifica al Ministerio Público para que informe si tiene alguna objeción para la extracción de los órganos, ya que podrían estar relacionados con la investigación de un delito.

Así, para que se pueda dar una donación de órganos y tejidos humanos de un donador cadavérico lo primero es determinar la muerte del paciente, el cual consiste en determinar la muerte cráneo encefálica o paro cardíaco respiratorio.

#### **1.8.3.2.1. DONACIÓN DE MUERTE ENCEFÁLICA**

Los donadores de órganos por muerte craneoencefálica son personas sanas que han sufrido daño cerebral catastrófico e irreversible.

Estos tipos de donadores potenciales deben de tener una óptima condición y función cardiovascular para que se pueda garantizar el adecuado mantenimiento de los órganos para trasplantarse.

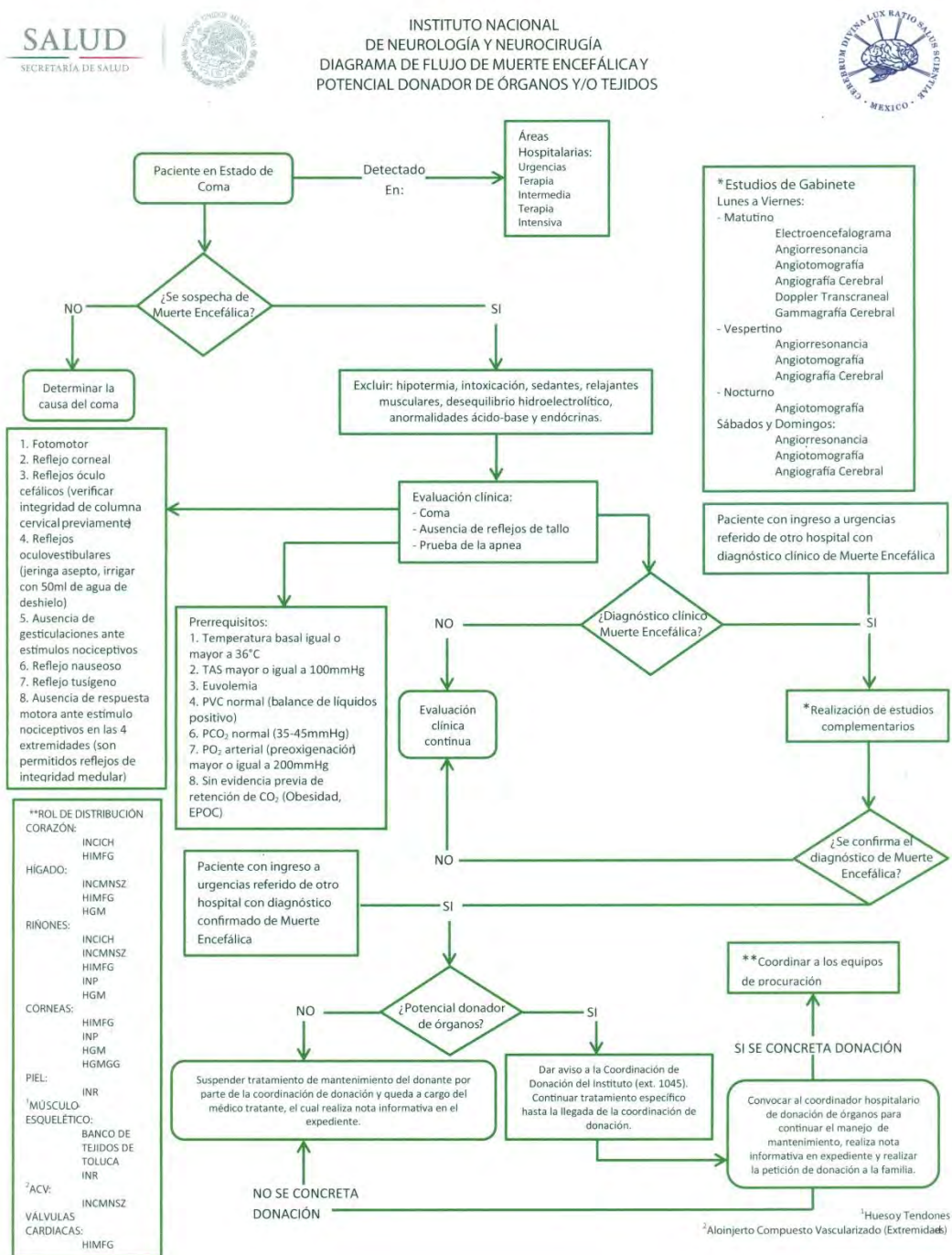
Existen condiciones que acompañan a los donantes de órganos con la muerte encefálica como son:

- Traumatismo craneoencefálico.
- Hemorragia intracraneal.
- Trauma cerebral primario.
- Anorexia cerebral.
- Ahogamiento.
- Sobredosis de alimentos.

Cabe destacar que es de suma importancia detectar a los posibles donantes, ya que si no se detecta a tiempo los órganos y tejidos pueden sufrir daños irreversibles.

Para que se concrete la donación de este tipo se necesitan hacer pruebas especializadas como de gabinete como lo marca la ley. Ver Diagrama 1

**Diagrama 1.** Diagrama de flujo de muerte encefálica y potencial donador de órganos y tejidos. Fuente. Revista DeTrasplantes 2014.



#### **1.8.3.2.2 DONACIÓN MUERTE CARDIO RESPIRATORIO.**

Es cuando las personas fallecen debido a un paro cardio-respiratorio, independientemente de la enfermedad que cause el cese de las funciones del corazón, en estos casos sólo se pueden donar tejidos como las córneas.

La donación de órganos y tejidos entre vivos como la del tipo cadavérica, conforme han pasado los años va al alza, debido a que se está generando una cultura entre todos los sectores de la población en este rubro, las estadísticas recabadas por el Centro Nacional de trasplantes (CENATRA) y el Sistema Informático Nacional de Trasplantes. (SIRNT) demuestran que cada año en México aumentan las donaciones de órganos renales humanos para su trasplante.

A continuación se muestran las estadísticas en este rubro.

#### **1.8.4 ESTADÍSTICAS DE DONACIONES DE ÓRGANOS Y TEJIDOS EN MÉXICO**

La donación de órganos y tejidos en México ha ido incrementándose de forma que ha cambiado la cultura y el paradigma religioso; cada año ha incrementado el número de donaciones, las cuales, son de gran ayuda para pacientes que lo requieren.

Aunque la mayor parte de las donaciones que se realizan o se concretan en el país son donadores vivos, hay una cantidad importante de donaciones de personas fallecidas ya sea por diagnóstico de muerte encefálica (ME) o paro cardíaco (PA). En el año del 2013 se tiene registrados alrededor de mil 595 donaciones en total realizadas y en el año del 2014 se ha incrementado mil 986 donaciones lo cual habla de un aumento importante en este rubro,

Por otra parte, a través de los años se han realizado en total 35,618 donaciones, tanto de donadores vivos como de donadores fallecidos las últimas cifras que a publicado en CENATRA Y el SIRNT, en el año del 2016 se han obtenido 2,978 donaciones en total.  
Ver tabla 2

DONACIONES DE ÓRGANOS Y TEJIDOS DE PERSONAS FALLECIDAS POR AÑO				
AÑO	2013	2014	2015	2016
NUMERO DE PERSONAS	1,595	1,986	1,966	1,986

Tabla 2. **Donaciones de Órganos y Tejidos de Personas Fallecidas por año.**

Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.

[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf)

Visto 11 de Marzo del 2017

Por otro lado la entidad federativa que aporó con el mayor número de donaciones del año 2016 de tipo cadavérica fue el Estado de México con 584 seguido de la Ciudad de México con 440. Ver tabla 3

DONACIONES CONCRETADAS DE ÓRGANOS Y TEJIDOS DE PERSONAS FALLECIDAS POR ENTIDAD FEDERATIVA AÑO 2016.	
ESTADO DE MEXICO	584
CIUDAD DE MEXICO	440
AGUASCALIENTES	127
QUERETARO	105
JALISCO	94

Tabla 3. **Donaciones Concretadas de Órganos y Tejidos de Personas Fallecidas por Entidad federativa Año 2016.**

Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.

[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.p](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf)

df Visto 11 de Marzo del 2017

Siendo las instituciones de seguridad social con el mayor aporte de mil 74 órganos y tejidos donados. Ver tabla 4.

INSTITUCIONES QUE CONCRETARON DONACIONES DE ÓRGANOS Y TEJIDOS DE PERSONAS FALLECIDAS AÑO 2016.		
SEGURIDAD SOCIAL	1,074	54%
PRIVADA	155	8%
PUBLICA	757	38%
TOTAL	1,986	100%

Tabla 4. **Instituciones que concretaron donaciones de Órganos y tejidos de Personas Fallecidas Año 2016.**

Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.  
[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.p](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf)  
df Visto 11 de Marzo del 2017

Por otra parte, hay que señalar que la mayoría de las donaciones de personas fallecidas son con diagnóstico con paro cardíaco (PC) con respecto a las personas fallecidas con diagnóstico de muerte encefálica, tan sólo en el año del 2014 se concretaron 1,228 donaciones de personas fallecidas por diagnóstico de paro cardíaco, por 458 donaciones concretadas por seres humanos que fallecieron con diagnóstico de muerte encefálica. Ver Tabla 5

DONACIONES CONCRETADAS DE ÓRGANOS Y TEJIDOS DE PERSONAS FALLECIDAS POR TIPO DE DIAGNOSTICO				
AÑO	2013	2014	2015	2016
TIPO DE DIAGNOSTICO				
ME	440	458	491	507
PC	1,155	1,228	1,475	1,479
TOTAL	1,595	1,686	1,966	1,986

Tabla 5. **Donaciones Concretadas de Órganos y Tejidos de Personas fallecidas Por Tipo de Diagnostico.**

Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.  
[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.p](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf)  
df Visto 11 de Marzo del 2017

En el año 2015 se registraron en el tercer trimestre del 2015 unas 380 donaciones en total concretadas por diagnóstico de paro cardíaco y 135 por muerte cráneo encefálica,

siendo el Estado de México con mayor aporte de órganos y tejidos con 167 y la Ciudad de México con 22 personas diagnosticadas por muerte encefálica; En el año del 2016 el mayor aporte lo hizo la Ciudad de México con 104 y Guanajuato con 52. Ver tabla 6

DONACIONES CONCRETADAS POR MUERTE ENCEFALICA POR ENTIDAD FEDERATIVA 2016	
CIUDAD DE MÉXICO	104
GUANAJUATO	52
ESTADO DE MÉXICO	49
NUEVO LEON	41

Tabla 6. **Donaciones Concretadas de Órganos y Tejidos de Personas fallecidas Por Tipo de Diagnostico.**

Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.

[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.p](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf)  
df Visto 11 de Marzo del 2017

Las instituciones de seguridad social con el mayor número y porcentaje de donaciones concretadas en ambos casos con 235 donaciones, es decir, el 62% del total de la población que dono sus órganos renales.

La donación de órganos y tejidos en México, es parte importante del trasplante, ya que sin la misma no se podría llevar acabo, la Ley General de Salud señala que se debe trasplantar un órgano o tejido preferentemente de un donador cadavérico, lo cual es de vital importancia para no afectar de ninguna manera a un ser humano con vida.

## 1.9 TRASPLANTES DE ÓRGANOS Y TEJIDOS EN MÉXICO

Los trasplantes de órganos y tejidos son un gran avance en cuestión de salud pública, ya que con ello se puede prolongar la vida de las personas que padezcan alguna enfermedad crónico-degenerativa o alguna disfunción en los mismos que no se pueda tratar de manera terapéutica convencional.

Hoy en día hay una desinformación en cuanto a que es un trasplante y en que consiste por lo cual se definirá a continuación.

Según la Ley General de Salud de nuestro país en su Capítulo Décimo Cuarto, el cual esta titulado como Donación, Trasplantes y Pérdida de Vida, Capítulo I, Disposiciones Comunes, Fracción XIV el término trasplante lo define como:

*Transferencia de un órgano, tejido o células de una parte del cuerpo a otra de un individuo a otro que se integre al organismo. (Ley General de Salud 2015. Pag 111.)*

Por otro lado el Centro Nacional de Trasplantes asienta que:

*Es la intervención quirúrgica que permite sustituir un órgano enfermo por uno sano, devolviendo la calidad de vida del paciente enfermo.(CENATRA 2017).*

Ayala (2003) dice que un trasplante es un injerto de un órgano o tejidos con sutura vascular, es decir, que estos se conectan a la circulación general del receptor.

Con las anteriores definiciones se puede concluir que un trasplante es la transferencia o implantación de un órgano o tejido o incluso células de un individuo a otro o de un organismo a otro con sutura vascular, es decir, que son conectados a la circulación del mismo; entiéndase como implantación de un órgano o tejido, como el injerto de alguno de estos, ya sea natural o artificial, que sustituye alguna parte del organismo del receptor. En términos generales, el trasplante de un órgano o tejido también es un tratamiento, en el cual se pretende sanar el padecimiento por medio de la reposición de un órgano que no esté funcionando adecuadamente en el cuerpo humano, consiste en cambiar

cualquiera de estos sustituyéndolos por otros que puedan cumplir con las funciones que ellos desempeñan.

Las enfermedades crónico- degenerativas como lo es la *diabetes mellitus* hacen que no funcionen adecuadamente los órganos o tejidos y estos tengan que sustituirlos por otros.

Por otra parte hay que definir a que se refiere con órgano y tejido y su diferencia.

Según la Ley General de Salud, en el Título Décimo Cuarto, titulado Donación, Trasplantes y pérdida de Vida Capítulo I, disposiciones comunes, Fracción X, Se entiende por órgano como:

*Entidad morfológica compuesta por la agrupación de tejidos diferentes, que mantiene de modo autónomo su estructura, su vascularización, y capacidad de desarrollar funciones fisiológicas.*

Y por tejido en la fracción XII del mismo como:

*Agrupación de células especializadas que realizan una o más funciones.*

Teniendo en cuenta lo anterior, el órgano es una entidad compuesta por tejidos y estos a su vez por células agrupadas en los mismos con capacidad de desarrollar sus funciones fisiológicas. Ahora no todos los órganos y tejidos en el cuerpo humano son posibles de ser trasplantados, depende de características específicas en cada uno de ellos; los órganos y tejidos que se pueden trasplantar son los siguientes:



ÓRGANOS	TEJIDOS
CORAZÓN	CORNEAS
RIÑONES	PIEL
HÍGADO	HUESO
PÁNCREAS	MEDULA ÓSEA
PULMÓN	VÁLVULAS CARDIACAS
	CARTÍLAGO
	TENDONES
	ARTERIAS
	VENAS

Tabla 7 *Órganos y tejidos que se pueden trasplantar.*

*Fuente: CENATRA 2017*

En conclusión, el trasplante de un órgano, tejido o célula es una terapia que ha ayudado a muchos seres humanos a tener una mejor calidad de vida así como esperanza de vida, de tal forma que también el individuo que se somete a este proceso puede de manera significativa a regresar a su vida productiva en caso de tener la edad adecuada para ello, si tiene una disfunción en alguno de los mismos, y aunado a esto, si se llevan adecuadamente los cuidados necesarios, el promedio de vida aumenta considerablemente.

En los trasplantes es de suma importancia la compatibilidad que tengan los órganos y tejidos en el cuerpo humano, ya que de lo contrario, el organismo lo puede rechazar y no servir el implante. Por eso se da una serie de alternativas que pueden compatibles para que esto suceda con éxito.

### 1.9.1 TIPOS DE TRASPLANTES

Existe diferentes tipos de trasplantes o injertos, esto depende de la relación entre el donador y el receptor; por tal motivo es importante conocerlos, ya que de esta forma, se podrá delimitar los métodos y los procedimientos para poderlos llevar a cabo, tanto

consideraciones médicas como legales, de las que destacan para trasplantes de órganos renales:

**Isotrasplantes:** son injertos de órganos entre personas diferentes pero muy similares desde el punto de vista genético, por ejemplo entre gemelos idénticos, ocurre cuando tanto el donador y el receptor son parientes directos; por tal motivo en la mayoría de las ocasiones, el trasplante se tolera biológicamente sin producir un rechazo del mismo.

**Homotrasplantes o alotrasplantes:** Son los trasplantes de tejido u órganos de un individuo a otro que pertenecen a la misma especie, pero genéticamente diferentes; de uno llamado donante a otro llamado receptor.

Estos tipos de trasplantes son los más realizados en el sector salud y el que también en ocasiones suele provocar algunas reacciones biológicas de rechazo por el cuerpo u organismo del receptor.

### **Trasplante pedunculado**

Es aquel que se realiza con fragmentos de tejido que no se ha desprendido totalmente del donante.

### **Trasplante con anastomosis**

Es la intervención quirúrgica que se completa mediante la reconstrucción de uno o más canales como vasos, bronquios y segmentos entéricos, entre otros.

### **Xenotrasplantes**

Es el trasplante en el cual se injertan componentes a un ser humano de un animal ya sea cerdo o mono; también se pueden injertar componentes artificiales también se les conoce como heterotrasplantes o injerto heterólogo.

### 1.9.2 ESTADÍSTICAS DE TRASPLANTES DE ÓRGANOS, TEJIDOS EN MÉXICO.

Las estadísticas de trasplantes realizados en nuestro país cada vez va a la alza dado a que hoy en día se cuenta con mayor información el respecto, aunado a esto, las campañas realizadas por el sector han sido benéficas para dicho fin.

De acuerdo con el CENATRA el RNT en su página WEB se han realizado en total 46,784 trasplantes, de órganos y tejidos entre los que destacan las corneas, riñón, hígado y corazón; tan solo en los últimos cuatro años se han registrado alrededor de 25,572 distribuidos de la siguiente manera. Ver tabla 8

TRASPLANTES REALIZADOS POR AÑO DE ORGANOS Y TEJIDOS EN MÉXICO				
AÑO	2013	2014	2015	2016
ORGANO O TEJIDO				
CORNEA	3,092	3,286	3,615	3,491
RIÑON	2,773	2,697	2,851	2,978
HIGADO	152	132	156	178
CORAZON	46	52	39	34
TOTAL	6,063	6,167	6,661	6,681

Tabla 8. Trasplantes realizados por año de los principales órganos y tejidos en México.

Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.

[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf) Visto 11 de Marzo del 2017

Como se ve en la tabla anterior cada año ha ido aumentando el número de trasplantes, del año de 2014 al 2015 ha sido el incremento mayor con 494 trasplantes realizados de estos tres órganos y tejidos.

El CENATRA (2017) corrobora que actualmente durante el primer trimestre del año 2017 se han realizado a la fecha un total de 831 trasplantes de los cuales 423 han sido de córnea, 379 de tipo renal, 25 de hígado y cuatro de corazón.

Se espera que la tendencia siga a la alza de acuerdo con los años anteriormente señalados y que se cubra la mayor parte de la demanda que actualmente lo solicita.

De acuerdo a lo anterior la córnea es el tejido con mayor número de trasplantes realizados, el riñón como el primero de los tres órganos principales que se trasplanta, por tal motivo la presente investigación se enfocara a este órgano como parte principal para resolver la problemática.

### **1.9.3 DEMANDA ACTUAL DE TRASPLANTES DE ÓRGANOS Y TEJIDOS EN MÉXICO.**

Según CENATRA (2013), en nuestro país existe una gran demanda de trasplantes tanto de los diferentes órganos y tejidos, los esfuerzos del sector salud en esta materia han sido de gran ayuda, aunque por la gran cantidad de órganos y tejidos requeridos esto no ha sido suficiente.

En el mismo documento (2015), en el periodo del 2011 al 2014 de acuerdo al informe anual del 2015 se incrementó de forma importante el número de personas que requieren un trasplante de un órgano o tejido; subió de 8,054 a 11,302 seres humanos.

En el primer semestre del 2013 se tenían alrededor de 18 mil 302 personas en lista de espera ya sea de un órgano o tejido de los cuales 10,123 eran de seres humanos que necesitaban un órgano renal.

Hasta el primer trimestre del año 2015 existían alrededor de 19 mil 483 personas, es decir, que desde el 2013 hasta esta fecha se ha incrementado alrededor de 9.4% la demanda de órganos y tejidos en nuestro país, en promedio 5% por semestre de cada año.

Ahora según el segundo Informe Bimestral 2015 sobre Donación y Trasplantes se tiene registrados en lista de espera alrededor de 19 mil 641 posibles receptores de los cuales, 11 mil 901 son de órganos renales.

El informe anual del año 2016 indica que en los últimos cuatro años se han registrado alrededor de 78 mil 911 personas que requieren un órgano o tejido como corneas, riñón, hígado y corazón, los cuales, son los que más demanda registran y se distribuyen de la siguiente manera. Ver tabla 9

RECEPTORES EN ESPERA DE UN TRASPLANTE DE LOS PRINCIPALES ÓRGANO Y TEJIDO DE LOS ÚLTIMOS CUATRO AÑOS				
AÑO	2013	2014	2015	2016
ORGANO O TEJIDO				
CORNEA	7,296	7,296	7,228	7,486
RIÑON	10,043	11,302	12,095	14,477
HIGADO	373	394	357	376
CORAZON	48	42	49	49
Total	17,760	19,034	19,729	22,388

Tabla 9. **Receptores en Espera de Un Trasplante de los Principales Órganos y tejidos en los Últimos cuatro años.**

. Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.  
[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf) Visto 11 de  
 Marzo del 2017

En la actualidad durante el año 2017 existen 21 mil 150 personas que requieren de un órgano o tejido para ser trasplantado. Ver tabla 10

RECEPTORES EN ESPERA DE UN TRASPLANTE DE UN ÓRGANO O TEJIDO REPORTADOS EN EL AÑO 2017	
RIÑON	12,908
CORNEA	7,785
HIGADO	385
CORAZÓN	52
PANCREAS	11
RIÑON- PANCREAS	6
HIGADO-RIÑON	2
CORAZON - PULMON	1
TOTAL	21,150

Tabla 10. **Receptores en Espera de un Trasplante de un Órgano o Tejido Reportados en el año 2017.**

Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.  
[http://www.cenatra.salud.gob.mx/interior/trasplante\\_estadisticas.html](http://www.cenatra.salud.gob.mx/interior/trasplante_estadisticas.html). Visto 11 de Marzo del  
 2017

Cabe destacar que estas cifras se van actualizando conforme a los informes que realizan los diferentes hospitales y los van dando de alta en la página Web del CENATRA.

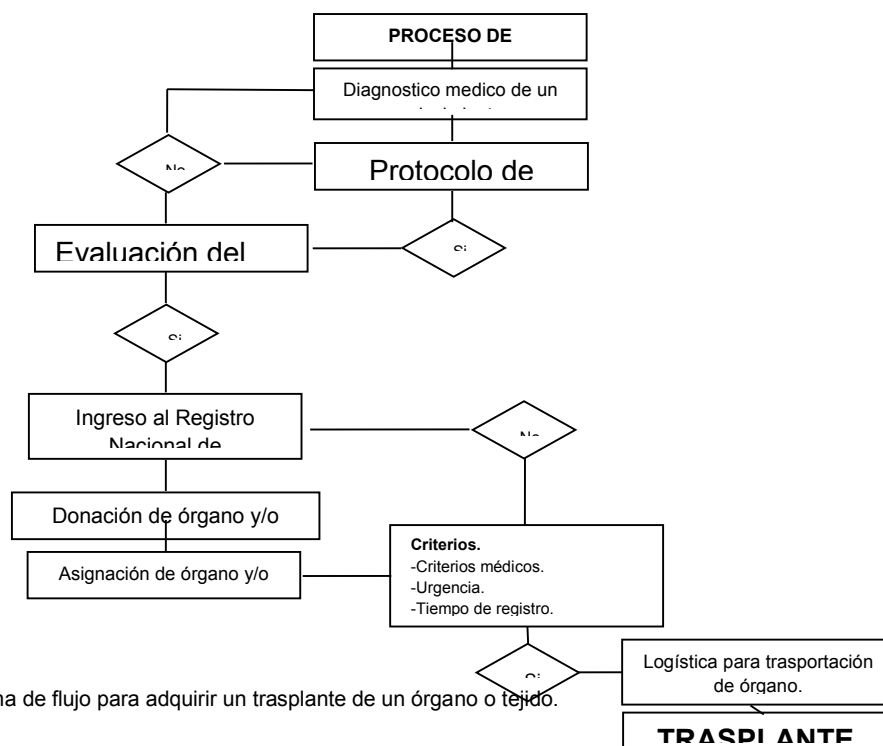
La solicitud de órganos renales como se ha visto es muy alta, con 12 mil 908 pero contrasta con los trasplantes realizados, ya que no todas personas que están en lista de espera tienen la oportunidad de que se les pueda realizar un trasplante, esto debido a varios factores, como tiempo de espera, compatibilidad, entre otros. A pesar de lo anterior, se logran realizar en la República Mexicana cientos de trasplantes de tipo renal por año, lo cual ha sido de mucha ayuda.

#### 1.9.4 PROCESO PARA ADQUIRIR UN TRASPLANTE DE ÓRGANO O TEJIDO.

El Centro Nacional de Trasplantes (CENATRA) es el encargado de la distribución, registro y asignación de los órganos o tejidos que están para trasplantarse.

El proceso para adquirir un trasplante de un órgano o tejido, es largo y en ocasiones tardado de acuerdo a una serie de pasos y procedimientos que se deben de llevar a cabo.

Ver Diagrama 2



**DIAGRAMA 2.** Diagrama de flujo para adquirir un trasplante de un órgano o tejido.

El proceso del trasplante inicia cuando el médico de un paciente diagnostica un padecimiento que ha afectado gravemente un órgano o tejido del mismo quien es enviado a un especialista correspondiente para determinar si existen razones suficientes para que el procedimiento pueda ser tratado mediante un trasplante, ya sea un nefrólogo en el caso del riñón o un cardiólogo en el caso del corazón o en su caso quien es el especialista en órganos y tejidos específicos.

El paciente debe ser sometido a un protocolo de evaluación para averiguar si reúne las condiciones necesarias para un trasplante de órgano o tejido. Este protocolo consiste en una serie de exámenes médicos que permiten determinar las condiciones en que se encuentra el paciente.

En el caso de ser aceptados son puestos a consideración del comité interno de trasplantes de cada institución de salud para evaluar el diagnóstico de los médicos especialistas.

De no ser candidato, el paciente tendrá que ser tratado por su médico para encontrar otra alternativa de saneamiento para su padecimiento.

Una vez que el paciente ha sido aceptado para recibir un trasplante de un órgano o tejido, es responsabilidad del encargado del hospital que se encarga de este tipo de procedimiento para dar parte al CENATRA allí se registran todos los pacientes que requieren un trasplante.

Es necesario que todo paciente que requiera un trasplante de órgano o tejido, sea ingresado a la base de datos ya que dependerá de eso que le asigne un órgano o tejido que necesite para la terapia de recuperación de su padecimiento.

Cabe destacar que los criterios para la asignación de los órganos o tejidos son de orden médico a los cuales se refieren cosas como:

1. Urgencia ante la posibilidad de muerte.
2. Oportunidad del trasplante.
3. Beneficios esperados.
4. Compatibilidad entre órgano donado y receptor.
5. Entre otros.

Por otro lado el tiempo que transcurre para que se pueda tener un órgano o tejido disponible para ser trasplantado varía, ya que dependerá de varios factores como son:

1. El órgano o tejido a trasplantar.
2. Si el paciente cuenta con algún donador vivo que esté dispuesto y sea compatible.
3. De la institución médica y el grado de actividad que desarrolle para la obtención de órganos o tejidos. (Centro Nacional de Trasplantes, 2012)

### 1.10 PRESERVACION DE ORGANOS Y TEJIDOS EN MEXICO

El funcionamiento de la preservación se basa en la disminución de oxígeno diatómico (O<sub>2</sub>) mediante la hipotermia, es decir, la disminución de temperatura para la conservación del órgano o tejido y disminuye la velocidad de descomposición, y haciendo con esto que el metabolismo trabaje más lento en los mismos.

Las condiciones de preservación y el tiempo varían de acuerdo al tipo de órgano y tejido a almacenar o transportar ya que se tiene que considerar y es de vital importancia las horas en que estos tengan que ser implantados en los receptores. Ver Tabla 11.

ÓRGANO O TEJIDO	TIEMPO DE VIDA MÁXIMA
HÍGADO	24 Hrs.
RIÑONES	48 a 72 Hrs.
CORAZÓN	3 a 5 Hrs.
PULMÓN	3 a 5 Hrs.
PÁNCREAS	12 a 24 Hrs.
CORNEAS	7 a 10 Hrs.
MEDULA	3 años
PIEL	5 años
HUESOS	5 años

Tabla 11. Tiempo de vida de órganos y tejidos en hipotermia. CENATRA



Cabe señalar que se debe de tomar en cuenta desde el momento de la extracción, traslado de los órganos o tejidos a trasplantar hasta el momento del trasplante hacia el donante.

Actualmente la preservación y procuración de órganos y tejidos se realiza con solución de preservación llamada *Custodiol* o de la *Universidad de Wisconsin*, siendo la más utilizada la primera, que al estar en enfriamiento constante de hasta 4°C al momento de verterla en los órganos y tejidos por las propiedades de las soluciones preserva con gran eficacia a los mismos y esto ayuda en gran medida, a la no descomposición y a generar en ellos la hipotermia.

Entiéndase por procuración al proceso de actividades dirigidas a promover la obtención oportuna de órganos, tejidos y células donados para su trasplante. (Ley General de Salud, Título Décimo Cuarto, Donación, Trasplantes y Pérdida de Vida, Capítulo I, Disposiciones Comunes, Artículo 313, Fracción XXVI, Pág.112.)

Y Según Ley general de Salud, Título Décimo Cuarto, Donación, Trasplantes y Pérdida de Vida, Capítulo I, Disposiciones Comunes, Artículo 313, Fracción XXV, define a la preservación como:

*A la utilización de agentes químicos y/o modificación de las condiciones del medioambiente durante la extracción, envase, traslado o trasplante de órganos, tejidos o células, con el propósito de impedir o retrasar su deterioro. Ley general de Salud, Título Décimo Cuarto, Donación, Trasplantes y Pérdida de Vida, Capítulo I, Disposiciones Comunes, Artículo 313, Fracción XXV, Pág.112.)*

Hay que señalar que si los órganos y tejidos son trasplantados en el mismo hospital, la preservación y procuración de los mismos no requiere mayor problema ya que son transportados en el mismo lugar y trasladados de un quirófano a otro, y si requiere de más tiempo son conservados en máquinas especiales para cada la conservación de cada órgano o tejido.

Sin embargo si los órganos y tejidos se deben trasplantar en otro hospital se requiere de transportarlos hasta el lugar donde se realizara dicha operación y para ello se requiere de un gran número de personas para que se pueda dar lo anterior.

### **1.11 TRANSPORTACIÓN DE ÓRGANOS Y TEJIDOS CON FINES DE TRASPLANTE.**

Para encargarse del traslado de los órganos y tejidos con fines de trasplante hay que valerse de diversos medios de transportación tanto terrestres como aéreos, para ello la Ley General De Salud en el Título Décimo Cuarto, Donación, Trasplantes y Pérdida de vida en el Capítulo III, Trasplantes, Artículo 337, señala que:

*Los concesionarios de los diversos medios de transporte otorgaran todas las facilidades que requiera el traslado de órganos y tejidos destinados a trasplantes, conforme a las disposiciones reglamentarias aplicables y las normas oficiales mexicanas que emitan conjuntamente las secretarías de Comunicaciones y Transportes y de Salud. Título Décimo Cuarto, Donación, Trasplantes y Pérdida de vida en el Capítulo III, Trasplantes, Artículo 337, Pág. 120.*

Ahora según el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Trasplantes, Título Noveno, La transportación y Embalaje de Órganos, Tejidos y Células, Capítulo Único, De la Transportación y Embalaje de Órganos, Tejidos y Células, Artículo 77, pág.22. Menciona que:

*Los vehículos destinados al transporte de órganos, tejidos y células de seres humanos con fines de trasplantes, deberán contar con el equipo y condiciones necesarias que garanticen el traslado adecuado de los mismos, en términos de disposiciones jurídicas aplicables.*

*Por ningún motivo se podrá transportar en el mismo vehículo, los órganos y tejidos y células para el trasplante y materiales, equipos, sustancias o cualquier otro objeto que pudiera, contaminar o confundir.*

Y agrega en el artículo 78 del mismo reglamento que:

*El traslado se debe hacer bajo la responsabilidad de la persona que lo va a transportar él cual, lo designa un comité interno de trasplantes del establecimiento de salud al que se ha destinado el órgano renal, quien deberá llevar consigo un documento que lo identifique y lo acredite como responsable. (Beristain., 2015) El Comité Interno de Trasplantes antes de realizar el traslado, tiene que dar aviso al CENATRA de la persona designada para tal efecto.*

Ahora también deberá llevar consigo el expediente del donador y deberá registrarse en el establecimiento de salud al que designaron los órganos y tejidos, así como también la fecha de procuración, el nombre de la persona responsable y demás datos que se pudieran adherir a este expediente.

Los órganos y tejidos deben de ir debidamente identificados como lo marca la Ley General de Salud, en el Artículo 337, dentro del Capítulo III, dedicado a Trasplantes, párrafo tres.

La transportación de los órganos y tejidos depende en gran medida en donde se hace la extracción del órgano y el destino final en donde se va a realizar el trasplante, además del tipo del mismo, ya que de ello depende la logística que se va a implementar. Si es en el interior de la Ciudad de México generalmente se realiza por medio de transportación terrestre en una ambulancia o por vía aérea en helicóptero, siempre y cuando el hospital cuente con helipuerto para recibirlos o alguno cerca del mismo. Ver Imagen 4

El formulario es un documento oficial del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). En la parte superior, se listan varias dependencias: DIRECCIÓN DE ATENCIÓN MÉDICA, COORDINACIÓN DE UNIDADES MÉDICAS DE ALTA ESPECIALIDAD, UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD HOSPITAL GENERAL "DR. GUILLERMO GUERRERO GARCÍA", CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA, SECRETARÍA DE SALUD, COORDINACIÓN DE DONACIÓN DE ÓRGANOS Y TEJIDOS, y CONFINES DE TRASPLANTE. El título principal es "ÓRGANOS, TEJIDOS Y CÉLULAS PARA TRASPLANTE". La fecha es 01 JUNIO 2016. Hay un campo para el tipo de órgano, tejido o célula, con el valor "Riñón". Otro campo indica el número del establecimiento de salud, con el valor "162 001 1". El nombre del establecimiento de salud es "UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD HOSPITAL GENERAL 'DR. GUILLERMO GUERRERO GARCÍA' DEL FORTÍ MEDICO NACIONAL 'LA RAZA'". El nombre del responsable del traslado es "DR. CESAR VILLANEO COLIN". En la parte inferior, se menciona la coordinación de donación de órganos y tejidos, con el valor "COORDINACIÓN DE DONACIÓN DE ÓRGANOS Y TEJIDOS DEL FORTÍ MEDICO NACIONAL 'LA RAZA'".

**Imagen 4. Identificación de los órganos transportados IMSS UMF La Raza.**

Por otro lado, Ibarra (2016) corrobora que si es de la Ciudad de México a provincia se hace uso de aviones de vuelos tipo jet privado, por ejemplo el IMSS contrata para dicho fin, que sale del aeropuerto Internacional “José María Morelos y Pavón” de la Ciudad de Toluca, Estado de México.

La transportación de los órganos y tejidos empieza después de empaquetarlo y ponerlo en el contenedor donde va a ser transportado, que generalmente es una hielera de tipo doméstica que utiliza hielo como enfriante; lo van custodiando procuradores que son médicos cirujanos especialistas que extraen los órganos y tejidos a trasplantar, estos son llevados durante todo el recorrido hasta la entrega de los mismos en el hospital donde se va a realizar el trasplante.

El contenedor tendrá que ir trasladándolo una sola persona al que se le designe por medio del Comité Interno de Trasplantes del Establecimiento de Salud al que se ha destinado el órgano o tejido, la responsabilidad de llevarlo como lo marca el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Trasplantes, Artículo 78:

*El traslado al que se refiere este capítulo se hará bajo la responsabilidad de la persona que a tal efecto designe el comité Interno de trasplantes del establecimiento de salud al que se ha destinado el órgano, tejido o célula, quien deberá llevar consigo un documento que lo identifique y acredite como responsable en términos del presente artículo. El comité Interno de trasplantes antes de realizar el traslado, deberá dar aviso al CENATRA de la persona designada para tal efecto.*

Y deberá llevar consigo el expediente del donador como lo marca en el artículo 79 del mismo reglamento.

A continuación se dará más detalle de los diferentes tipos transporte con que se cuenta ya sea por vía terrestre o por vía aérea y cómo funcionan.

### **1.11.1 TRANSPORTACIÓN AÉREA.**

La transportación aérea va a depender del hospital en que se lleva a cabo tanto la donación como la extracción de los diferentes órganos y tejidos, previamente analizados y evaluados por los doctores especialistas en cada uno de ellos encargados de esta tarea. Este tipo de transportación se lleva a cabo para llevar órganos y tejidos para trasplante en distancias largas, ya que se requiere que sea llevado lo más pronto posible, pues el tiempo es un factor importante por el daño que puedan sufrir.

De acuerdo con Ibarra (2016) cabe destacar que cuando se realiza este tipo de transportación generalmente se lleva en un avión ya sea de forma comercial en algunos casos o probada, junto con los pilotos para que pueda tener seguridad el contenedor ya que el primer piloto es la autoridad máxima durante el viaje dentro del avión.

Por otro lado, el avión adquiere el carácter de ambulancia aérea e incluso pueden llegar a tener carácter presidencial y estar monitoreando a la unidad aérea, en los casos de transportación de órganos como un corazón o hígado, las aerolíneas junto con las torres de control de los diferentes aeropuertos trazan rutas directas para que llegue más rápido los órganos dada la prioridad y lo delicado de los mismos, ya que si fuesen las corneas o un órgano renal las rutas que se trazan son las normales, es decir las comerciales,

En cuestión de transportación de los órganos y tejidos por vía aérea por medio de helicóptero y de acuerdo con Ramírez (2011) recomienda que sólo se realizan en tramos cortos, es decir, distancias cercanas que pueden ser de un hospital a otro siempre y cuando cuenten con helipuerto o de un aeropuerto a un hospital, en la Ciudad de México se cuenta con el equipo de Cóndores de la Secretaría de Seguridad Pública, los cuales realizan la transportación por este medio de transporte; cuando por condiciones de clima o no cuentan los hospitales con helipuerto se aterriza en lugares como deportivos, calles, entre otros, cerca de los mismos con el fin de llevarlo oportunamente al lugar de trasplante.

En este rubro es importante mencionar que las autoridades aeroportuarias hacen una revisión exhaustiva del contenido del embalaje de los órganos y tejidos para evitar confusiones y malos entendidos, por ello es indispensable una excelente comunicación entre ambas partes para que se realice de forma rápida. Ver Imagen 5 y 6



**Imagen 5. Transportación de órganos en helicóptero.**

Fuente: <http://cronistadetoluca.blogspot.mx/2013/01/realiza-grupo-relampago-traslado-de.html>



**Imagen 6. Un helicóptero de la Unidad de Rescate Aéreo Relámpagos, del Gobierno del Estado de México, trasladando órganos donados, procedentes de Veracruz, con destino final al Centro Médico Nacional La Raza.**

Fuente: <http://www.sdpnoticias.com/local/edomex/2013/10/18/helicoptero-de-relampagos-traslada-cinco-organos-donados-para-trasplantes>

### **1.10.2 TRANSPORTACIÓN TERRESTRE.**

La transportación terrestre se realiza en ambulancias (Ver imagen 7), las cuales llevan al contenedor de órganos y a los procuradores de los mismos, se realiza en coordinación de la Secretaría de Seguridad Pública tanto de la Ciudad de México como de las autoridades del interior de la República las cuales escoltan y agilizan el traslado de un lugar a otro; esto se realiza en los siguientes tipos de traslados:

- De hospital a hospital.
- De hospital a aeropuerto.
- De aeropuerto a hospital

La trasportación de órganos y tejidos Humanos por vía terrestre adquiere un carácter de urgencia al igual que en el de tipo aérea y se debe de realizar lo más rápido, seguro y eficaz, incluso, cierran avenidas, entre otras cosas, para que se puedan llegar en el menor tiempo posible.

En ocasiones cuando no se cuenta con alguna ambulancia disponible en el hospital donde fue extraído el órgano o tejido, se transportan en vehículos de la Secretaría de Seguridad Pública para llevarlos a la institución de salud donde va a ser trasplantado. Ver Imagen 8



**Imagen 7. Transportación de órganos en ambulancia.**

*Fuente: <http://www.periodicocorreo.com.mx/leon/129726-familia-de-capitalino-dona-sus-organos.html>*



**Imagen 8. Apoyo de las autoridades para la transportación de órgano.**

*Fuente: [http://comgobbc.blogspot.mx/2012\\_06\\_08\\_archive.html](http://comgobbc.blogspot.mx/2012_06_08_archive.html)*

En el traslado de órganos y tejidos en México, como ya se mencionó, se utiliza un contenedor de tipo doméstico, aunado a lo anterior, no existe alguno especializado para cada órgano o tejido, ya que en la mayoría de las ocasiones todos van en un mismo tipo de contenedor, esto, a su vez, también genera una problemática porque no existe una identificación de los mismos que se transportan color, forma, entre otros, más que un papel pegado al exterior con las especificaciones necesarias, aparte de las condicionantes propias de cada uno de los ellos, tanto en cuestión de masa orgánica, como de tiempo de vida al exterior del cuerpo humano.

Tomando en cuenta lo anterior es indispensable contar con un sistema idóneo de transportación de órganos y tejidos que resuelva esta problemática, debido a que no se puede resolver de forma general y tampoco ser la presente tesis una solución para la transportación de cualquier órganos y tejidos, pero si se está dando una alternativa específica para el desarrollo de nuevas alternativas en el campo del trasplante renal.

De tal forma, la presente investigación dada por medio de la disciplina del Diseño Industrial, pretende dar una respuesta a esta problemática, si bien no se puede diseñar un contenedor para cada uno de los órganos y tejidos, dadas a las condicionantes de preservación y características de cada uno de ellos, se puede iniciar con proyectar un equipo especializado de conservación y transportación específico para órganos renales y con esto, dar la base para que se lleve a cabo la misma tarea para otro tipo de órganos y tejidos.

Por otra parte dado a que la mayor parte de trasplantes de órganos y tejidos realizados en México es de tipo renal y se necesita la transportación de los mismos cuando la donación es del tipo cadavérica y el trasplante tenga que ser realizado en otro hospital diferente al de la extracción, por consecuencia este trabajo se enfocará al traslado y conservación de los riñones hasta el lugar donde se efectué dicha terapéutica dando respuesta a esta problemática.

Por consiguiente, a continuación se llevará a cabo la revisión de la preservación de órganos renales humanos en México.



## **CAPÍTULO 2: PROBLEMA: PRESERVACIÓN Y TRANSPORTACIÓN DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS EN MÉXICO.**

En el siguiente capítulo se dará a conocer la problemática detectada, especificando la situación en desajuste que actualmente atraviesa la preservación y transportación de órganos renales con fines de trasplante, dando seguimiento al segundo paso de la metodología con la que se desarrolla este trabajo de investigación que es el problema.

### **2.1 TRASPLANTE RENAL.**

El trasplante de órganos renales es una terapéutica de las más utilizadas o requeridas por personas que tienen alguna enfermedad o disfunción en éstos. Según Campos (2003) desde el punto de vista biomédico una enfermedad es un estado de desequilibrio y de perturbación de las funciones de un organismo debido a agentes patógenos ya sean del tipo externos, internos, físicos, entre otros; las enfermedades se clasifican en agudas, subagudas y crónicas.

Las enfermedades renales ocasionan generalmente un exceso de productos metabólicos de desecho en los líquidos corporales, así como una deficiente composición de electrolitos y de agua en los mismos; para designar cualquier patología relacionado a las funciones renales se emplea el término nefropatía. Campos (2003) menciona que las enfermedades más destacadas están, síndrome nefrótico, incapacidad de los riñones para retener proteínas, insuficiencia renal, glomerulonefritis y la diabetes mellitus.

El trasplante renal consiste en la sustitución del órgano renal con alguna nefropatía por otro sano, obtenido ya sea de un donador vivo o de uno del tipo cadavérico, y están en una etapa terminal denominada, Enfermedad Renal Crónica Terminal (ERCT), en la cual sólo pueden vivir por una terapia de sustitución ya sea por diálisis, hemodiálisis o el último recurso, trasplante.

La operación para extirpar el órgano renal humano de un donador se le llama nefrectomía, que es realizada por un especialista en riñones llamado nefrólogo.

El nefrólogo es auxiliado por dos ayudantes y un anestesiólogo, los cuales ayudan de sobremanera tanto a la extirpación, procuración del órgano renal, así como también al cuidado del donador ya sea vivo o cadavérico en su caso.

El trasplante de órganos renales en nuestro país se práctica desde los años sesentas, ha sido una terapéutica que ha ayudado a cientos de personas, a poder vivir con estos padecimientos, ahora según cifras obtenidas por un investigador epidemiológico Malaquías López de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México dice que 9.4 millones de personas es decir 8% de la población padecen una Nefropatía o una Enfermedad Renal Crónica (ERC). (Vega, 2014). Lo cual establece en definitiva una larga lista de espera de personas que requieren un órgano renal.

## 2.2 TRASPLANTES DE ÓRGANOS RENALES REALIZADOS EN MÉXICO.

Cada trasplante hecho es un ser humano que se puede recuperar de su enfermedad crónica, y aun mejor incorporarse a una vida activa productiva laboral.

Conforme han pasado los años, han ido incrementándose los trasplantes de órganos renales en nuestro país, se tienen registros según el Sistema Informático de Registro Nacional de Trasplantes (SIRNT) y el Centro Nacional de Trasplantes (2017), se han realizado alrededor de 35,618 trasplantes de tipo renal.

En los últimos cuatro años se tiene registrados 121,229 trasplantes distribuidos de la siguiente manera: Ver Tabla 12

TRASPLANTE DE RIÑÓN POR AÑO					
AÑO	2013	2014	2015	2016	TOTAL
NUMERO DE TRASPLANTES	2,773	2,697	2,851	2,978	8,321

Tabla 12. **Trasplante de Riñón por Año.**

Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.

[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf). Visto 11 de Marzo del 2017

Aunque por otra parte las cifras de trasplantes de tipo renal han ido cambiando de forma positiva conforme han pasado los años, hubo un decremento en el año del 2014, es decir, disminuyó en un 2% con respecto al 2013, no han sido cifras estratosféricas, si no que se han mantenido en un rango razonable de trasplantes realizados con éxito, en el mayor de los casos.

Por otro lado, también son importantes las entidades federativas en donde se han realizado los trasplantes de órganos renales que se realizan en el país, así como también el tipo de instituciones donde fueron realizados ya que nos brindará un panorama general en donde se concentra el mayor número de trasplantes realizados.

Del total de trasplantes de tipo renal realizados en nuestro país en el año de 2016 las principales entidades federativas que registran mayor número trasplantes son las siguientes: Ver Tabla 13

TRASPLANTES DE RIÑÓN REALIZADOS POR ENTIDAD FEDERATIVA	
CIUDAD DE MEXICO	859
JALISCO	615
GUANAJUATO	195
NUEVO LEON	160
COAHUILA	148

Tabla 13. **Trasplante de Riñón realizados por Entidad Federativa.**

Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.

[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf). Visto 11 de Marzo del 2017

Como se puede observar en la tabla anterior la Ciudad de México registro 859 trasplantes de los 2,978 realizados en el año 2016, seguido por Jalisco con 615 y Guanajuato con 195.

La diferencia de los trasplantes realizados en la Ciudad de México con respecto a otras entidades federativas es significativa, ya que hay un déficit de 244 trasplantes realizados con respecto al estado de Jalisco, lo cual nos indica que 28.84% del total de los trasplantes realizados en el país, se realizaron en la Capital de la República, dado a que se tiene, entre otras cosas, mayor infraestructura y mayor número de especialistas.

Ahora, hay que tomar en cuenta el tipo de institución donde se llevaron a cabo los trasplantes de tipo renal

Existen tres tipos de instituciones de salud en nuestro país que pueden realizar trasplantes, ya sea del tipo de Seguridad Social tales como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de Trabajadores del Estado (ISSSTE), del tipo de Seguridad Pública como Unidades o Clínicas de medicina Familiar u Hospitales o Centros Médicos y la última de carácter privado.

El último Informe anual del CENATRA del año 2016, reporta que de los 2,978 trasplantes realizados de tipo renal, se realizaron en las distintas instituciones de la siguiente manera:

Ver Tabla 14

TRASPLANTES DE TIPO RENAL REALIZADOS POR TIPO DE INSTITUCIÓN		
SEGURIDAD SOCIAL	1,718	58%
PRIVADA	499	17%
PUBLICA	761	25%
TOTAL	2,978	100%

Tabla 14. **Trasplante de Tipo Renal realizados por Tipo de Institución.**

Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.

[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf).html. Visto 11 de Marzo del 2017

El tipo de institución de salud de tipo de seguridad social, es el que cuenta con mayor número de trasplantes de tipo renal realizados en nuestro país.

Hoy en día al primer trimestre del año 2017 se han registrado 379 trasplantes de tipo renal en México, aun no se tienen cifras definitivas dado a que cada día se van renovando, y tampoco se ha publicado el primer reporte trimestral del año en curso.

Cabe señalar que para que se pueda realizar o adquirir un trasplante de un órgano renal se deben transitar por varias etapas, por lo cual puede pasar varios meses e incluso años para que se pueda concretar, esto debido a una serie de factores como urgencia, compatibilidad o disponibilidad, entre otros; es decir, seguir todo un proceso para poder de esa forma poderlo concretar.

### 2.3 DONACIONES DE ÓRGANOS RENALES EN MÉXICO.

Para que se lleve a cabo los trasplantes de tipo renal, se necesitan donadores para que esto se pueda realizar, ya sea de un donador en vida y de un donador de tipo cadavérico o que haya perdido la vida, aunque cabe mencionar que la mayoría de las donaciones que se concretan para este tipo de órgano son del primer tipo.

Ahora cifras del SIRNT hasta la fecha se han concretado 35 mil 618 totales en México tanto de donadores vivos como de cadavérico y año con año se ha ido incrementándose, tan solo en el año de 2015 se realizaron 2 mil 851 donaciones y en el año 2016 2 mil 978, es decir 127 más que el año anterior. Ver tabla 15

TRASPLANTES Y DONACIONES DE TIPO RENAL POR TIPO DE DONANTE POR AÑO				
AÑO	2013	2014	2015	2016
TIPO DE DONANTE				
VIVO	2,008	1,938	2,028	2,126
FALLECIDO	765	759	823	852
TOTAL	2,773	2,697	2,851	2,978

Tabla 15. **Donaciones de Tipo Renal por Tipo de Donante Por año.**

Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.

[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf). Visto 11 de Marzo del 2017

Ahora la entidad Federativa con mayor número de donaciones y Trasplantes de órgano Renal en el año 2016 es la Ciudad de México con 849 del total de donaciones le sigue Jalisco con 615. Ver tabla 16

TRASPLANTES Y DONACIONES REALIZADAS POR ENTIDAD FEDERATIVA DE TIPO RENAL AÑO 2016	
CIUDAD DE MÉXICO	859
JALISCO	615
GUANAJUATO	195
NUEVO LEON	160
COAHUILA	148

Tabla 16. **Trasplantes y Donaciones Realizados por Entidad Federativa de Tipo Renal Año 2016.**

. Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.  
[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf.html](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html). Visto 11  
de Marzo del 2017

El tipo de institución de salud que realizó más trasplantes y donaciones en Nuestro país en el año del 2016 fue de seguridad social con mil 718 de las 2, 978 Registradas según SIRNT. Ver tabla 17

TRASPLANTES DE TIPO RENAL REALIZADOS POR TIPO DE INSTITUCION 2016.		
SEGURIDAD SOCIAL	1,718	58%
PRIVADA	499	17%
PUBLICA	761	25%
TOTAL	2,978	100%

Tabla 17. **Trasplantes de Tipo Renal Realizados por tipo de Institución 2016.**

Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.  
[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf.html](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html). Visto 11  
de Marzo del 2017

Como se ha visto en la tabla 20 se han concretado más trasplantes de tipo renal de donadores vivos que fallecidos del número total registrados en el año del 2016 de 2 mil 126, han sido realizados la mayor parte en la Ciudad de México con 600 y en Jalisco con 530. Ver tabla 18

TRASPLANTES REALIZADOS DE ÓRGANO RENAL DE DONANTE VIVO POR ENTIDAD FEDERATIVA 2016.	
CIUDAD DE MÉXICO	600
JALISCO	530
COAHUILA	120
PUEBLA	103
GUANAJUATO	101

Tabla 18. **Trasplante Realizados de Órgano Renal de Donante Vivo por Entidad Federativa año 2016.**

. Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.  
[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf). Visto 11 de Marzo del 2017

Y por tipo de institución: Ver Tabla 19

TRASPLANTES REALIZADOS DE ÓRGANO RENAL DE DONANTE VIVO POR TIPO DE INSTITUCION		
SEGURIDAD SOCIAL	1,304	61%
PUBLICA	410	19%
PRIVADA	412	20%
TOTAL	21,226	100%

Tabla 19. **Trasplante Realizados de Órgano Renal de Donante Vivo por Tipo de Institución año 2016.**

Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.  
[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf). Visto 11 de Marzo del 2017

Sin embargo los trasplantes realizados de éste mismo órgano pero de donadores cadavéricos fueron de 852 en total siendo igual la Ciudad de México líder en el ramo con 259 y Guanajuato en segundo lugar con 94. Ver tabla 20

TRASPLANTES REALIZADOS DE ÓRGANO RENAL DE DONANTE FALLECIDO POR ENTIDAD FEDERATIVA	
CIUDAD DE MÉXICO	259
GUANAJUATO	94
JALISCO	85
NUEVO LEON	71
PUEBLA	44

Tabla 20. **Trasplante Realizados de Órgano Renal de Donante Fallecido por Entidad Federativa año 2016.**

. Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.  
[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf.html](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html). Visto 11 de Marzo del 2017

Y por tipo de institución de salud: Ver Tabla 21

TRASPLANTES REALIZADOS DE ÓRGANO RENAL DE DONANTE FALLECIDO POR TIPO DE INSTITUCIÓN		
SEGURIDAD SOCIAL	414	49%
PRIVADA	87	10%
PÚBLICA	351	41%
TOTAL	852	100%

Tabla 21. **Trasplante Realizados de Órgano Renal de Donante Fallecido por tipo de institución año 2016.**

Fuente: Sistema Informático del Registro Nacional de Trasplantes.  
[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe\\_anual\\_2016.pdf.html](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190921/Informe_anual_2016.pdf.html). Visto 11 de Marzo del 2017

Actualmente en lo que va del presente año se han registrado 500 trasplantes de riñón una cifra realmente alentadora y que va a la alza.



## 2.4 PRESERVACIÓN DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS EN MÉXICO.

Para comprender mejor la preservación del órgano renal humano es importante conocer primero su anatomía y como está compuesto para poder tener una visión general de lo que implica la procuración del mismo.

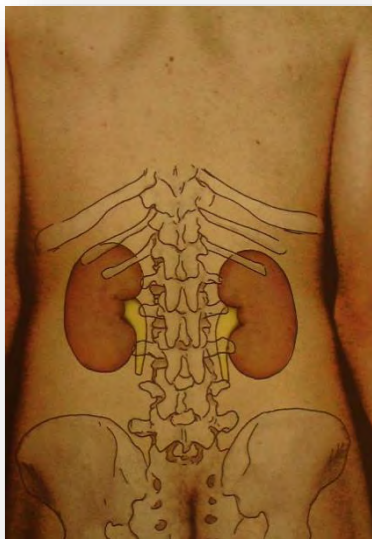


Imagen 9. **Proyección de riñones atrás del tronco.**

Atlas de Anatomía Humana pág. 480.  
(Atlas de Anatomía humana)

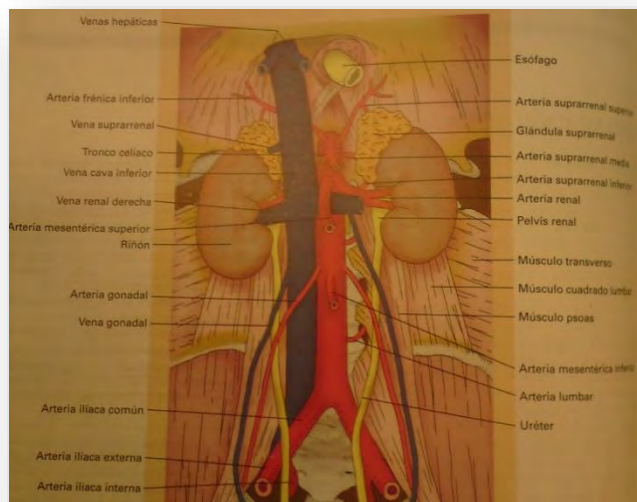


Imagen 10. **Vista anterior de los órganos renales**

Atlas de Anatomía Humana pág. 482.  
(Atlas de Anatomía humana)

Los órganos renales están ubicados en la parte posterior del tronco. Ver imágenes 9 y 10, son de color rojo oscuro y presentan consistencia firme, su función principal es limpiar líquidos extracelulares, el líquido desde los capilares hacia la cápsula glomerular, de ahí pasa al túbulo proximal, para continuar hacia el conducto colector y por último a la pelvis renal.

Los riñones son parte del sistema urinario del ser humano, son órganos en forma de frijol que miden aproximadamente 7 cm de largo por 5cm de ancho y 3 cm de espesor en seres humanos adultos y pesa de 250g a 300g. Ver imagen 11

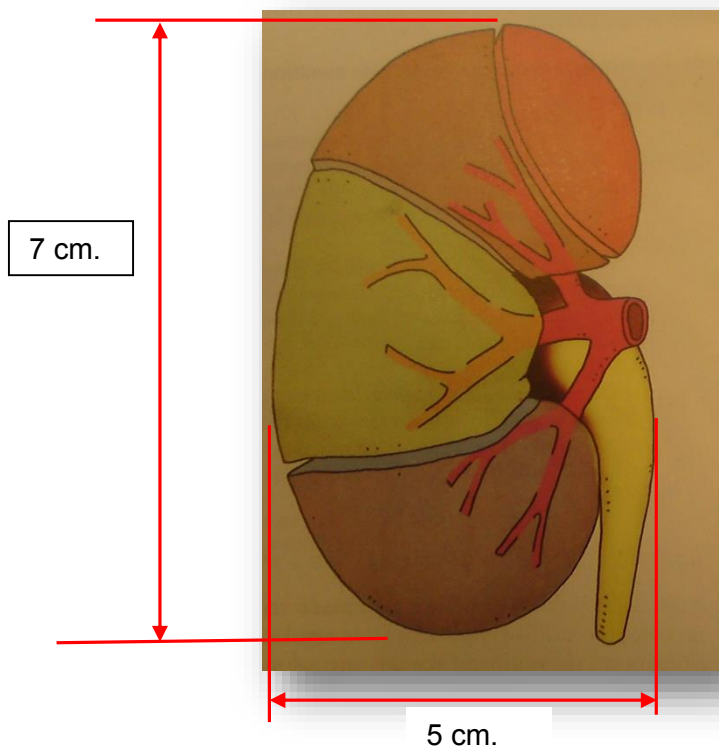


Imagen 11. **Órgano Renal Humano.**

Atlas de Anatomía Humana pág. 483. (Atlas de Anatomía humana)

Una de las partes más importantes en cuanto al trasplante renal que hay que cuidar al momento de procurarlo “exsitu” es decir fuera del cuerpo son la arteria renal, la vena renal y el uréter ya que por estos conductos limpian a los injertos, los tres vasos sanguíneos son llamados hilio renal. Ver imagen 12

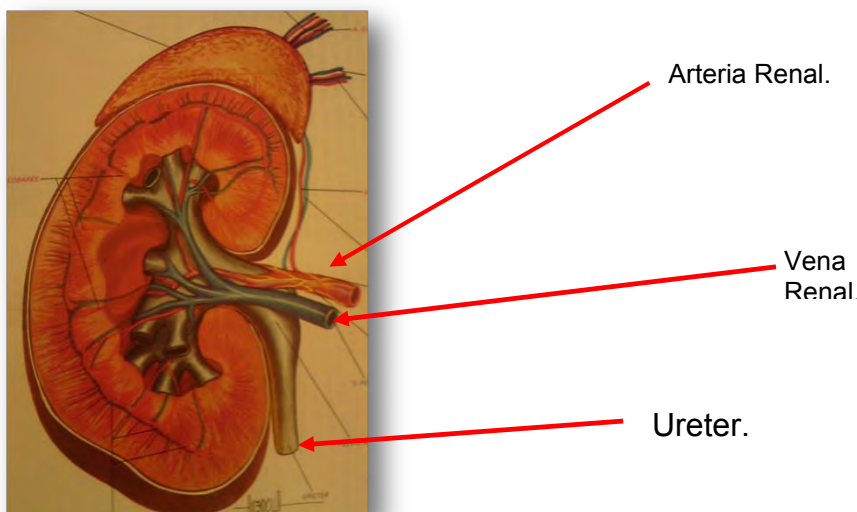


Imagen 12. Vista anterior de los órganos renales humanos.  
Atlas de Anatomía Humana pág. 482.  
(Atlas de Anatomía humana)

Al momento de la procuración de los órganos renales, se inserta la solución de Wisconsin de procuración la cual entre por la arteria renal y sale por la vena renal, esto es realizado para limpiar el órgano en el interior y así evitar posibles coagulaciones de sangre o residuos que pudieren aun contener los injertos.

Es importante la morfología de los órganos renales humanos, así como también su peso y dimensiones ya que éstos son los injertos que se van a trasladar para su trasplante; por otro lado hay que tener en cuenta que estos se deben de envasar y embalar para su traslado al destino final, es decir, al lugar donde van a ser trasplantados.

Una vez aceptada la donación de órganos renales humanos, en el caso de donación cadavérica, se procede a procurarlo y para su posterior extracción para poder transportarlo al lugar donde será trasplantado, ya sea, en el mismo hospital o en algún otro, existen manuales para dicha actividad, la cual va a depender de la entidad federativa en que se realice la extracción, pero en general es la misma para toda la república mexicana.

La procuración y/o mantenimiento de los órganos renales inicia desde antes de la extracción de los mismos, es decir, desde que el donador está en vida se le suministran diferentes sustancias, que pueden de sobremanera a ayudar al continuo funcionamiento del mismo, así como también al constante monitoreo de la presión arterial, ritmo cardiaco, entre otros.

La extracción del órgano renal se denomina nefrectomía, la cual consiste en una cirugía realizada por un especialista en órganos renales llamado nefrólogo, respetando la dignidad humana y el cuerpo humano del donador.

Entiéndase por extracción a:

*El acto quirúrgico que a través del cual se obtienen uno o varios órganos, tejidos o células de un donador vivo o fallecido para su posterior trasplante en uno o varios receptores. (Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Trasplantes, Título Primero, Disposiciones Generales Capítulo Único, De las Disposiciones Generales Fracción X, Pág.2)*

Una vez realizada la nefrectomía, los médicos proceden a preservar al órgano renal humano a trasplantar, esto mediante el lavado del mismo tanto exterior (Martínez, 2014) como interiormente y supervisándolo visualmente que no se encuentre dañado.

El lavado tanto exterior como interior se realiza con soluciones de preservación, en México la más utilizada es el *custodiol* (*HTK o histamina, triptófano, ketoglutarato*) que es muy eficaz en la preservación del órgano renal (Ibarra, 2016) enfriado a 4 °C previamente. El lavado exterior se realiza por medio del vaciado del *custodiol* en el órgano renal humano. El lavado interior se hace intravascularmente, por fusionándolo con la misma solución, es decir, se introduce la solución tanto en los conductos de la arteria renal como de la vena renal (imagen 12), por medio de una jeringa a una presión adecuada, para no dañar el interior del órgano y con ello quitar internamente residuos ya sea de orina o sangre coagulada, entre otros, que pudieran atrofiar al mismo en su funcionamiento después de ser trasplantado.

La preservación de los órganos renales se realiza mediante la hipotermia o isquemia del mismo, la cual consiste en la disminución de oxígeno diatómico (O<sub>2</sub>) y la disminución de la temperatura a 4°C, tanto interna como exteriormente, ya que es la temperatura adecuada para preservar los órganos renales en óptimas condiciones antes de ser trasplantados, cuya finalidad es tornar lento el metabolismo y la descomposición.

Las condiciones de preservación y el tiempo varían de acuerdo al tipo de órgano y tejido a almacenar y a transportar, ya que se tiene que considerar, y que es de vital importancia, las horas en que estos pueden mantenerse fuera del cuerpo humano antes de ser trasplantados en los receptores, en el caso de los órganos renales humanos es de 48 a 72 Horas. (CENATRA) Ver tabla 11, pág. 48.

Cabe señalar que se debe tomar en cuenta desde el momento de la extracción, traslado y el trasplante del mismo.

La preservación afuera del cuerpo del órgano renal reside en limpiarlo y verificar que no exista daño alguno al momento de la extracción, ya que de no ser así el órgano renal no podrá ser trasplantado, esto se realiza en un recipiente de acero inoxidable, con solución refrigerante y hielo para mantener la temperatura en todo el proceso de limpieza.

Aunado a esto la perfusión del órgano renal también se realiza con solución refrigerante, en los dos conductos principales que son la arteria como por la vena renal, esto es imprescindible, ya que además de limpiarlo interiormente, baja la temperatura al interior del mismo, lo cual hace que tenga la misma temperatura en todo el órgano.

Una vez limpio y revisado el órgano renal se dispone a ponerlo en una bolsa hermética especial para trasplantar órganos con solución refrigerante y hielo para que mantenga la temperatura deseada y no se descomponga en su traslado.

Se empaqueta en otra bolsa por seguridad para que no sufra lesiones y/o accidentes y se introduce en el contenedor para poder trasladarlo al lugar donde será trasplantado.

Posteriormente se requisita los documentos legales para su entrega y traslado del órgano renal.

Una vez hecha la procuración y la revisión del órgano renal humano se procede a envasarlo y embalarlo para su transportación.

## **2.5 ENVASE Y EMBALAJE DE LOS ÓRGANOS RENALES PARA SU TRASPORTACIÓN.**

De acuerdo a Ibarra (2016) El envasado y el embalado del órgano renal es un paso primordial, ya que de hacerlo de forma errónea, este, puede sufrir daños durante todo el proceso de traslado, para ello existe en nuestro país en protocolo para dicha actividad, en el cual describe los pasos a seguir para que se lleve a cabo.

En el Reglamento de la Ley de Salud, Título Noveno, titulado “La Transportación y Embalaje de Órganos, Tejidos y Células” Artículo 72 pág. 21 dice:

*El traslado de órganos, tejidos y células de seres humanos con fines de trasplantes, se hará en contenedores destinados específicamente para ello, que permitan su buen manejo, temperatura y conservación en relación al tipo de órgano, tejido o célula y tiempo de isquemia de ser el caso.*

Es decir que el traslado de los órganos deberá ser en equipos especializados para dicho fin, además agrega en el Artículo 74 del mismo reglamento que el contenedor deberá contar con cierre hermético, así como también tener las medidas adecuadas de acuerdo

al volumen del o los órganos tejidos a transportar, es decir, contar con un suficiente sistema de enfriamiento para que no se deterioren en el traslado, de acuerdo a lo llevado.

Por otra parte dice en el Capítulo 76 del mismo que deberán utilizarse materiales y equipos que garanticen una adecuada transportación y preservación de los mismos y agrega que deberán ser en los términos de las disposiciones jurídicas aplicables mediante técnicas internacionalmente aceptadas.

Estos contenedores tendrán que ser debidamente identificados por las autoridades por medio de un documento en el cual deberá estar adherido en el contenedor y tener por lo menos los siguientes datos como lo dice en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de trasplantes en el título Noveno, titulado La transportación y Embalaje de Órganos, tejidos y Células, capítulo Único, De la transportación y embalaje de Órganos, Tejidos y Células, Artículo 73:

- I. La leyenda "ÓRGANOS TEJIDOS Y CÉLULAS PARA TRASPLANTE".*
- II. Tipo de órgano, tejido o células.*
- III. Nombre del establecimiento de salud donde se llevó a cabo la extracción.*
- IV. Nombre del establecimiento de salud que recibirá el órgano, tejido o célula y.*
- V. Nombre del responsable del traslado.*

Además se deberá acompañar con un documento con la siguiente información contenida en él:

- I. Datos del donador, consistentes en las iniciales de su nombre y el tipo de sangre.*
- II. Fecha y hora de extracción, a fin de determinar el inicio de isquemia fría;*
- III. Relación de órganos, tejidos que se encuentren en el contenedor*
- IV. Establecimiento de salud de destino y resultado de los exámenes de laboratorio que descarten riesgo sanitario, y*
- V. Nombre del responsable del traslado.*

*Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Trasplantes, Título Noveno, La transportación y Embalaje de Órganos, Tejidos y Células, Capítulo Único, De la Transportación y Embalaje de Órganos, Tejidos y Células, Capítulo 75, pág.21.*

El sistema de conservación de los órganos que actualmente se utiliza, es a base de hielo como enfriante y conservador en contenedores de tipo domésticos de polipropileno. Ver Imagen 13.



Imagen 13. **Contenedores utilizados por el IMSS. UMF La Raza.**

## **2.6 SISTEMA ACTUALMENTE UTILIZADO PARA CONSERVAR Y TRANSPORTAR ORGANOS RENALES PARA TRASPLANTE**

Lo primero que se debe hacer es definir que es un envase y embalaje y sus diferentes tipos para identificar a cada uno de ellos, por lo que se tiene:

**Envase Primario:** recipiente rígido o flexible destinado a estar en contacto directo con el órgano o tejido procesado.

**Envase Secundario:** son los recipientes rígidos o flexibles destinados a estar en contactos con el envase primario.

**Embalaje:** es un recipiente o envoltura que contiene los productos, de manera temporal, principalmente para agrupar unidades de un producto pensado en su manipulación, informar sobre sus condiciones de manejo, requisitos legales, composición, ingredientes, entre otros.

Teniendo en cuenta lo anterior para el envasado y embalado de los órganos renales, se necesita de los siguientes materiales:

- Tres bolsas de plástico estériles de 50 X 50. Ver Imágenes 14 y 15



**Imagen 14. Bolsa estéril de plástico utilizada por el IMSS UMF La Raza.**



**Imagen 15. Bolsa estéril de plástico y su empaque utilizada por el IMSS UMF La Raza.**

- 2 litros de solución de preservación MPS o Universidad de Wisconsin. Ver Imagen 16



**Imagen 16. Solución de Preservación IMSS UMF La Raza.**

- 4 litros de hielo frappee Solución Harmand. Ver Imagen 17



Imagen 17. **Solución Harmand IMSS  
UMF La Raza.**



- Caja térmica.
- 10 Lts. Hielo no estéril.

Lo anterior es el equipo que se utiliza actualmente en el Centro Médico La Raza para poder transportar un órgano renal humano para su trasplante; existe un procedimiento para envasar y embalar el mismo, el cual se describe más adelante.

### **2.6.1 PROCEDIMIENTO PARA ENVASAR Y EMBALAR ÓRGANOS RENALES PARA TRASPLANTE.**

1. Se coloca el órgano renal al interior de una bolsa esterilizada, la cual funciona como envase primario.
2. Se procede a llenar el envase primario con solución de preservación MPS o Universidad de Wisconsin, 2 litros, el cual es previamente enfriada a 4°C.
3. Una vez hecho lo anterior, se debe de amarrar la bolsa con cintas y asegurarse que se cierre de forma hermética para que no lleve aire al interior de esta y no se contamine el órgano por cualquier otra sustancia.
4. Se introduce la bolsa a una segunda bolsa que funge como envase secundario, que se llena con 4 litros de hielo frappe de solución harmand, previamente enfriada

a 4°C para conservar la misma temperatura del envase primario y se introduce este; se cierra herméticamente.

5. Finalmente se coloca el órgano al interior en una caja térmica respectiva, que lleva al interior hielo no estéril picado, aproximadamente de entre 15 y 20 litros formando con ella una especie de colchón para el órgano de tal forma que no sufra daño alguno en el trayecto y traslado. Ver Imagen 18



Imagen 18. **Acomodo de los Órganos Renales y hielo en el interior de la caja térmica. Fuente**

<http://revista.consumer.es/web/es/20061101/actualidad/informe1/70893.php>

Después de lo anterior se procede a medir la temperatura antes de su empaquetado, lo cual es un proceso, el cual se debe de llevar a cabo antes de su traslado que a continuación se menciona.

### **2.6.2 MEDICIÓN Y REGISTRO DE TEMPERATURA.**

La temperatura de trasportación de un órgano renal humano debe de ser en un rango de 2°C a 4°C al interior de la caja térmica para lo cual se utiliza hielo no estéril picado o en bolsas, que funciona como refrigerante y conservador de la misma. (Ibarra, 2016).

El protocolo es llevado a cabo de la siguiente manera:

1. Se coloca el termómetro dentro de la caja térmica para medir la temperatura inicial al interior.
2. Se cierra la tapa del recipiente durante diez minutos.
3. Se abre la tapa de la caja térmica y se lee inmediatamente la temperatura que marca el termómetro y se registra la temperatura en el formulario respectivo, esto es para verificar que cumpla con las condiciones deseadas, se cierra la tapa y se espera al encargado de transportar el órgano renal.
4. Llegando el responsable de transportar el órgano renal, se vuelve a tomar la medición de la temperatura del interior de la caja hermética, esto con el fin de verificar una vez más antes de ser entregado y que vaya en las condiciones especificadas.
5. Una vez hecho lo anterior se sella la caja térmica herméticamente colocando cinta de embalaje de forma vertical cerca de los extremos de la caja y dos vueltas a lo ancho de la misma, evitando con ello que se abra la caja.
6. Se colocan al frente los documentos que identifican el contenido de la caja térmica para su identificación y descripción durante el traslado.

El anterior protocolo de medición es realizado antes de introducir los órganos renales al contenedor y posterior a su introducción al mismo, la cual es de vital importancia para conservación de estos.

Una vez realizada la medición de temperatura y la existencia de la temperatura idónea de conservación y sellado del contenedor se procede a transportarlo a la unidad hospitalaria donde va a ser trasplantado en otro ser humano, este proceso se realiza ya sea de forma aérea o en su caso terrestre.

## **2.7 TRANSPORTACIÓN DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE EN MÉXICO.**

Una vez envasado y embalado el órgano renal lo siguiente es transportarlo al lugar donde va a ser trasplantado, para ello se requiere de un transporte eficaz y seguro para dicha tarea.

Como se mencionó en el capítulo anterior los órganos se trasladan ya sea de forma aérea o terrestre, esto de acuerdo a la distancia a recorrer de un hospital a otro.

En un caso concreto la Unidad Médica La Raza cuenta con un jet privado que es rentado por la misma institución para poder ir a cualquier parte del país a recoger los órganos renales así como su transportación que sale del aeropuerto internacional de la Ciudad de Toluca, “José María Morelos y Pavón”, y llega al mismo punto, esta institución de salud, muy pocas veces transporta órganos renales en aerolíneas comerciales, esto dado a las complicaciones para que se pueda realizar como disposición de lugares en los aviones y salidas de los mismos en tiempo y forma que se requieran entre otras; aunque la logística está coordinada por el CENATRA, esto puede llegar a entorpecer la llegada oportuna de los riñones para poderlos trasplantar.

También cuenta con diferentes vehículos terrestres como ambulancias para poderlos trasplantar de la Ciudad de Toluca a la Unidad Médica, tomando como ruta la más corta de un punto a otro o en su caso dependiendo la urgencia se trasladan también por vía aérea en helicóptero, aterrizando en el hospital Magdalena de las Salinas que cuenta con helipuerto y aunado a lo anterior también pertenece al IMSS y es el hospital más cercano que cuenta con ello de la unidad familiar para después transportarlos vía terrestre a su destino final.

Analizando lo anterior se detectó que el sistema que actualmente utiliza el sistema nacional de salud para la transportación de órganos renales con fines de trasplante no es el adecuado ya que no cubre en su totalidad la normativa indicada en la Ley General de Salud, ya que es de tipo doméstico, y no un sistema especializado para dicho fin, lo cual dicha problemática puede ser factible de ser solucionada por medio del diseño de un artefacto en el cual se pueda realizar dicha actividad de forma segura y eficaz durante

todo el proceso de movilidad de los injertos de un lugar a otro, cumpliendo con las especificaciones requeridas para dicho fin.

Por otra parte en relación con lo anterior se concreta que el trasplante renal de tipo cadavérico posee orígenes o causas de diversos factores patológicos y su frecuencia es alta, en su mayoría, en los lugares con mayor densidad demográfica, llevando a cabo especificaciones particulares para su manejo durante la extracción y su movilidad fuera del cuerpo humano bajo lineamientos basados en la Ley General de Salud en materia de trasplantes relacionados con: tipo de embalaje, seguridad, material y temperatura, entre otros.

Para poder responder satisfactoriamente a la problemática encontrada en la presente investigación, se realizaron diferentes pasos a seguir para poder determinar la solución idónea, en el siguiente capítulo se dan a conocer las bases metodológicas en el cual se desarrollo la presente tesis.

## 2.8 PROBLEMÁTICA ERGONÓMICA.

La problemática en cuestión ergonómica es muy significativa dado a que el sistema que actualmente es utilizado por el sector salud para transportar órganos con fines de trasplante de un hospital a otro es de tipo doméstico y aunado a esto el tipo de conservador que es hielo se necesita gran cantidad de este para poderlos mantener en hipotermia es decir entre 5°C y 7°C para su conservación idónea; en este apartado de abordará dicha problemática para poderla resolver de forma adecuada.

Para abordar esta problemática se tomara en cuenta una hielera de tipo domestico con capacidad de 11 litros, con un peso de 2 Kg. Ver imagen 19.



Imagen 19. Toma de peso de la hielera.

Si se toma en cuenta que este contenedor se llena con alrededor de 7 kg. De hielo, y se suma el peso del contenedor, se está hablando que son 9 kg. Que se tienen que cargar durante todo el recorrido sin tomar en cuenta los órganos renales a transportar, que pesan entre 200 y 250 gramos cada uno y con medio litro de solución conservadora que pesa 0.5 kg. En consecuencia se deduce que se tienen que cargar alrededor de 10.5 a 11 kg. En total, lo cual es pesado para un usuario promedio ya que solo se manipula con las extremidades superiores.

Ahora generalmente el contenedor después de empaquetarse esta en una superficie alta, como una mesa para después poderlo desplazar hacia el transporte donde será llevado el mismo. Ver figura 20 y 21



Imagen 20. Mujer manipulando contenedor en superficie alta.

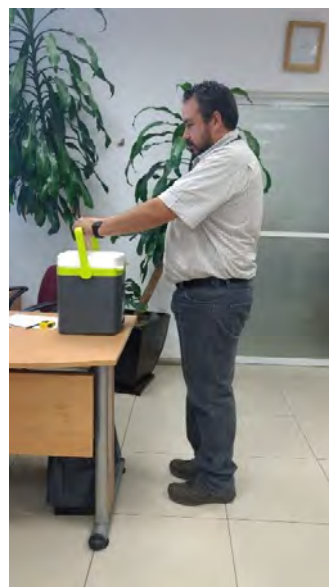


Imagen 21. Hombre manipulando contenedor en superficie alta.

Como se puede ver en las imágenes el contenedor solo tiene una agarradera para poder manejarlo y trasladarlo de un lugar a otro, lo que implica una gran fuerza si se está hablando de 10.5 a 11 kg. Esto si se realiza por tiempo prolongado causa fatiga y puede propiciar lesiones tanto en la espalda baja como en la columna vertebral y cuando generalmente no se usa una técnica adecuada de levantamiento. Ver figuras 22 y 23



Imagen 22. Mujer levantando contenedor desde el suelo.



Imagen 23. Hombre levantando contenedor desde el suelo.

Si consideramos que las personas que se encargan de transportar órganos y tejidos son hombres y mujeres de entre 30 a 50 años, habrá que tomar en cuenta los percentiles adecuados de acuerdo a la población nacional.

Por lo tanto se encontró que el sistema actualmente utilizado puede causar las lesiones anteriormente citadas y aunado a lo anterior también dificulta la manipulación de este tanto para mujeres como hombres encargados de esta actividad.

Con lo anterior el diseño del sistema de trasportación y conservación de órganos renales para trasplante deberá considerar que los mismos sean trasportados con otras partes del cuerpo que permitan un apoyo eficaz para que sea maniobrable por un solo usuario.



### **CAPITULO 3. BASES METODOLÓGICAS PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA PORTÁTIL DE CONSERVACIÓN Y TRANSPORTACIÓN DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTES**

#### **3.1 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.**

De acuerdo con la investigación realizada para diseñar un **“Sistema Portátil de Transportación y Conservación de Órganos Renales Humanos para Trasplante”** que cumpla con la normativa y condiciones necesarias para dicha tarea se realizaron las siguientes preguntas de investigación, se efectuaron de la siguiente forma.

1. ¿Por qué se emplea para la transportación de los órganos renales humanos para su trasplante un sistema de tipo doméstico no especializado para tal actividad?
2. ¿Por qué el Sistema Nacional de Salud no cuenta con un equipo especializado para la transportación de órganos renales humanos para su trasplante?
3. ¿Qué requerimientos se deben cumplir para transportar órganos renales humanos para su trasplante?
4. ¿Cuánto tiempo dura la temperatura constante al interior del sistema con hielo como conservador?
5. ¿Cómo es el comportamiento de la temperatura al interior del sistema al paso del tiempo?
6. ¿Hay algún sistema alternativo de conservación de temperatura actualmente que cumpla con la Ley General de Salud para su transportación?
7. ¿Qué factores afectan o pueden afectar directamente a la conservación durante el traslado de los órganos renales en el sistema?
8. ¿hay sistemas diferentes y/o alternativos que puedan cumplir con la transportación y conservación de órganos renales para trasplante?

### **3.2 METODOLOGIA SELECCIONADA.**

La metodología seleccionada para la realización del presente proyecto se dividió en dos partes , una de tipo investigativa y proyectual basada en el Modelo General del Proceso de Diseño y otra de tipo experimental, en el cual , su objetivo primordial fue simulación de la conservación y traslado de órganos renales similares a los humanos.

#### **PRIMERA PARTE.**

De acuerdo con GUTIERREZ y otros (1992) la primera parte de la metodología seleccionada se basa en el Modelo General del Proceso de Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco en la cual se definen las siguientes fases:

- Caso.
- Problema.
- Hipótesis.
- Proyecto.
- Realización.

**CASO:** Consiste en analizar los datos significativos del fenómeno para ser utilizados desde la óptica del diseño y su futura respuesta formal, permite cuestionar críticamente la posible participación del diseño, junto con otras disciplinas.

**PROBLEMA:** Determina con precisión los límites concretos del campo real donde se efectúa la observación, recopilación y estructuración de nuevos datos, necesarios para la definición del problema. La estructuración del problema consiste en conjuntar requerimientos representativos por datos lógicamente organizados para su interpretación en el lenguaje del diseño.

La fase concluye con la redacción de requerimientos para resolver el estado de disfuncionalidad detectado.

**HIPÓTESIS:** Desarrollo de varias alternativas proyectuales basadas en requerimientos determinados en el problema, las cuales son evaluadas para seleccionar una que cumpla cabalmente con la resolución del problema.

**PROYECTO:** Se basa en el desarrollo de la hipótesis seleccionada, tanto en conjunto como en partes para que se pueda realizar en la fase posterior.

En esta fase se desarrollan secuencias, procedimientos y características, dicha información se presenta de forma gráfica en planos técnicos para producción y renderings.

**REALIZACIÓN:** construcción y verificación del diseño en la realidad, es decir la realización del prototipo del diseño desarrollado durante el proyecto. (M.L. GUTIERREZ, 1992).

Todo lo anterior se llevó a cabo para desarrollar el objetivo de la presente tesis; en el apartado de la realización no se contará con un prototipo, en su lugar, se elaboró un protomodelo a escala real donde se visualizan todas sus características formales, de dimensionamiento, entre otras.

## **SEGUNDA PARTE**

Se realizó una investigación de tipo experimental, con objetivo de realizar una simulación de la conservación y traslado de órganos renales similares a los humanos, y así determinar la capacidad de enfriamiento que tiene el hielo y una posible alternativa que pueda sustituir a este, en cuanto a su funcionalidad, En el cual se llevaron a cabo las siguientes etapas:

### **Etapas 1 Definición de la población objetivo**

Es la integración del grupo de elementos sobre los cuales se pretende extraer conclusiones.

Para definir los elementos y criterios sobre los cuales se debe realizar este tipo de investigación en concreto, se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- A) Definición de entidades de estudio.
- B) Descripción de características de esenciales y accidentales de las entidades de estudios.
- C) Conformación de los criterios de aceptación de las unidades de estudio.

**Etapas 2 Experimentación investigativa:** la cual consistió en la realización de diferentes pruebas con conservadores.

- a) Pruebas de temperatura con hielo, en riñones de cerdo para poder determinar su capacidad de enfriamiento así como también su duración de la misma en un contenedor similar y/o análogo al utilizado actualmente por el sector salud.

- b) Pruebas de temperatura con gel refrigerante, en riñones de cerdo para poder determinar su capacidad de enfriamiento así como también su duración de la misma en un contenedor similar y/o análogo al utilizado actualmente por el sector salud.
- c) Traslación de órganos renales por vía terrestre. Comportamiento del gel refrigerante durante la movilidad o traslado de órganos renales

### **Etapas 3. Conclusiones y resultados.**

En este tipo de investigación experimental, las etapas realizadas en la misma fueron implementada y desarrollada propiamente para el desarrollo del mismo de forma particular, teniendo en cuenta las condicionantes y factores particulares del presente trabajo de investigación.

### **3.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE DISEÑO**

En este apartado se concluye con la segunda fase del Modelo General del Proceso de Diseño, en el cual se menciona la problemática que se detectó y los requerimientos específicos que debe de contener el sistema propuesto para dar solución a la misma. Siendo que el caso se desarrolló en el capítulo primero, ahora con base en la investigación realizada se puede observar que hay una problemática en la trasportación y conservación de órganos renales humanos para su trasplante o implantación a nivel nacional.

Una de las problemáticas es que no se cuenta con un equipo especializado para la conservación y transportación de órganos renales, confiable y seguro, lo cual puede complicar el éxito del trasplante, de tal forma que se puede llegar a dañar el contenido, que propiamente es muy delicado y de vital importancia.

El equipo actual con que cuentan los centros de salud ya sea público o privado es inadecuado, ya que son contenedores que se utilizan para uso doméstico y se adaptan para dicho fin:

- 1) Es difícil de manipular y de transportar ya que es muy estorboso y grande, esto provoca que esté en riesgo el contenido ya que en repetidas ocasiones se ha visto a través de la televisión y/o en redes sociales, que se han tropezado las personas que están a cargo de esto e incluso se han caído los órganos al suelo.
- 2) El sistema de enfriamiento es a base de hielo común que hace que se conserve de forma inadecuada, además no existe un control de temperatura constante en los órganos renales que conservan y transportan, y aunque estos no tengan contacto directo con el hielo, en un accidente esto puede ser catastrófico, de tal modo que al ocurrir esto se puede romper la bolsa esterilizada que contiene a los mismos y se pueden infectar el contenido y no servir para su trasplante.
- 3) Se necesita una cantidad de entre 10 y 14 kg. de hielo para conservar en óptimas condiciones los órganos, lo cual se hace bastante pesado y dificulta tanto su traslado como la maniobrabilidad del contenedor.

- 4) Durante la manipulación de este sistema, dado al peso que se requiere transportar, se pueden sufrir lesiones tanto en la espalda como en la columna vertebral y extremidades superiores durante su traslado.
- 5) Es importante cumplir con la normatividad que requieren las diferentes aerolíneas para su trasportación a los diferentes estados del país, en caso que lo requiera, y también agilizar el trámite de acceso al avión ya que en ocasiones se tarda demasiado en la realización de los trámites.

### 3.4 JUSTIFICACIÓN

En los trasplantes es de vital importancia la rapidez con que se tiene que contar para la transportación de los órganos renales humanos para dicho fin, así como también es fundamenta el mantenimiento de las condiciones biológicas de los mismos de tal forma que se pueda garantizar la eficacia, la eficiencia y la conservación de estos, desde el lugar de extracción hasta que lleguen a las personas que habrán de ser trasplantadas.

Por tanto, el contenedor de órganos renales es uno de los elementos más relevantes en el desarrollo de las actividades de trasplantes ya que en la obtención de la metas de esta actividad radica en gran parte la conservación y transportación segura y oportuna de los mismos.

Si consideramos que actualmente se utiliza un contenedor disponible en el mercado que se usa primordialmente para uso doméstico, el cual no cumple con las características adecuadas necesarias para contener los órganos renales para su transportación y conservación óptimas. Aunado a esto, se utilizan bolsas de hielo en cubos o como enfriante al interior del contenedor, por lo tanto, se hace indispensable diseñar un equipo especializado para dicho fin, el cual no tenga ningún problema para transportar órganos renales, y que no tenga riesgos de contaminación en caso de algún accidente o colisión, ya que también al pasar de estado sólido a líquido o deshielo, el proceso de limpieza y desagüe del recipiente es problemático.

Por el contrario, si se utilizan bolsas de hielo, esta problemática se reduce, pero esto se hace un problema si sufre un accidente y se derrama en el interior del contenedor y con ello, se injertan los órganos que se están transportando, y resultarían inservibles para su finalidad.

Por todo lo anterior, se requiere de un **“Sistema Portátil de Conservación y Transportación de Órganos Renales humanos para Trasplante”** que funcione con un tipo de refrigerante que no sea hielo, apegándose de manera primordial con los lineamientos bajo las cuales se rigen las diferentes aerolíneas para su traslado.

### **3.5 OBJETIVOS**

#### **OBJETIVO GENERAL.**

Diseñar un Sistema portátil de conservación y transportación de órganos renales humanos para trasplante que responda a las necesidades específicas derivadas de los Programas Nacionales de Trasplantes tanto en la transportación y conservación de los mismos estableciendo para tal fin las condiciones de fabricación y materiales ubicados a nivel local.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- El Sistema Portátil coadyuvará a proteger los órganos renales después de su extracción, en el traslado hasta su trasplante de golpes y/o sustancias contaminantes que se utilicen para su conservación sin la necesidad de tener como refrigerante hielo que pueda contaminar a los mismos, así como también proporcionar seguridad de que éstos llegan en óptimas condiciones hacia su destino para ser trasplantados.
- Hacer del proceso de trasplante en la etapa que corresponde a la transportación y conservación eficaz y segura así como conservar a los órganos renales humanos adecuadamente durante todo el tiempo de traslado ya sea por vía aérea o por vía terrestre hacia las diferentes instituciones de salud certificadas para dicho fin.
- Mejorar el principio de operación y funcionamiento del sistema cuyo fin es mantener los órganos renales a una temperatura idónea.
- Manipular el sistema de forma segura sin que los usuarios puedan sufrir lesiones durante dicha actividad.



### 3.6 HIPÓTESIS.

#### VERDADERA

Por medio del diseño del **“Sistema Portátil de Transportación y Conservación de Órganos Renales humanos para Trasplante”**, que considere óptimas condiciones de fabricación, ayudará a la conservación de su contenido así como su transportación segura y así evitar posibles daños que puedan sufrir durante esta fase del transporte utilizando gel refrigerante como conservador de temperatura de los órganos renales.

#### FALSA

El sistema no podrá satisfacer las necesidades del sector salud ya que no cuenta con las condiciones mínimas de conservación y transportación de órganos Renales Humanos.

#### NULA



Por medio de la disciplina del Diseño Industrial se dará una base para el diseño de un **“Sistema Portátil de Conservación y Transportación de Órganos Renales Humanos para Trasplante”**, y con ello incentivar a la producción de éste en el futuro ya que no se cuenta con sistema específico para dicho fin.

### 3.7 UNIVERSO DE ESTUDIO.

La tabla número 27 se muestra dos sistemas utilizados actualmente para transportación y conservación de órganos renales humanos para trasplante.

El primero es una hilera de tipo doméstica, la cual, es utilizada por el sector salud, por sus características de aislamiento de temperatura al interior, sus dimensiones y bajo costo, aunado a esto el tipo de refrigerante no conlleva un valor elevado y aparte es desechable, lo que hace de este sistema muy atractivo, pero no es un equipo especializado para el fin que es utilizado.

Por otra parte el segundo sistema, si es un equipo especializado para transportación y conservación de órganos renales humanos para trasplante, el cual utiliza solución de conservación como *custodiol* para el no deterioro de los mismos en el interior, teniendo en cuenta que en todo momento se está conservando la temperatura por medio de un sistema complejo de refrigeración, además que se está monitoreando constantemente la temperatura al interior de este. Es muy utilizado en los Estados Unidos de Norteamérica y puede llevar hasta dos órganos renales en su interior. Pero su elevado costo lo hace para el Sistema Nacional de Salud en México, un tanto inalcanzable, aunado a esto no cumple con las normas mexicanas de transportación aeroportuaria.

NO.	PRODUCTO	TIPO	MATERIAL DE FABRICACIÓN	FUNCIÓN	DESVENTAJAS	VENTAJAS	CAPACIDAD	TAMAÑO	PESO	PROCESO DE FABRICACIÓN	COSTO MN	FABRICANTE	VIDA UTIL (AÑOS)
1		TERMO DE PLASTICO RIGIDO	POLIURETANO ABS ESTIRENO NYLON	Por medio de hielo y como aislante de temperatura una capa de espuma de poliuretano de alta densidad.	Utilizado para fines domesticos, *conserva la temperatura por un tiempo prolongado pero no la mantiene constante.	Es barato y ligero.	Tiene capacidad para varios organos.	28x22x24 56x44x56	1.2 kg. 2.4 kg.	Moldeo por inyección.	\$200.00 A \$400.00	Coleman. Igloo. Rubermaid.	3 a 5.
2		Life Port Kinley Transporter	ABS POLICARBONATO OTROS.	Funciona por medio de una pequeña bomba eléctrica, que transporta el líquido de preservación hacia el organo renal humano perfusionandolo en todo momento.	Requiere de energía eléctrica para estar en funcionamiento, es costoso.	Es un sistema especializado para preservar y transportar organos renales humanos para trasplante, controla la temperatura al interior del sistema electronicamente.	tiene capacidad de dos organos renales.	60x50x40	8 Kg.	Inyeccion y rotomoldeado.	\$56,700.00	Organ Recovery Sistem.	3 a 5.

**Tabla 22.** Análisis de productos existentes y/o análogos.

Los productos existentes que actualmente cubren la demanda de la trasportación y conservación de órganos renales humanos para trasplante, no son los adecuados, debido a dos razones, la primera la normatividad aeroportuaria de transportación y la segunda, que no se utiliza un equipo especializado para dicha tarea.

De ello, se desprende la necesidad de un sistema especializado que cumpla con los requerimientos necesarios tanto de transportación como de conservación, tomando en cuenta la normatividad nacional, la viabilidad funcional y de producción del mismo.

En el siguiente capítulo se muestra una investigación de tipo experimental, la cual fue realizada con el fin de poder determinar cómo se comporta el hielo como conservador de órganos renales en una hielera tipo doméstica, en la cual es utilizada actualmente y aunado a lo anterior, en la misma se realizaron pruebas con gel refrigerante como conservador de los mismos para dar una posible alternativa de conservación de temperatura al interior del sistema, ya que uno de los objetivos específicos es mejorar el principio de funcionamiento y operación a una temperatura idónea.

## **CAPITULO 4. INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL**

Para el presente trabajo se realizó una investigación de tipo experimental sobre la capacidad de conservación del hiel, que actualmente es utilizado por el sector salud en la transportación de órganos renales, en un contenedor similar o análogo en el que son transportados y con gel refrigerante, teniendo este como una alternativa diferente de conservación de los injertos.

La investigación consistió en hacer varias pruebas y mediciones de temperatura, en riñones de cerdo, los cuales son similares a los de los humanos, dado a que tienen las mismas características en tamaño, peso, masa muscular, entre otros; asimilando las condiciones a los que son sometidos los injertos durante su movilidad, esto con el propósito de poder determinar y comprobar la capacidad de conservación de cada uno de ellos, así como también observar su comportamiento.

### **4.1 ETAPA 1. DEFINICION DE LA POBLACION OBJETIVO**

En esta etapa se definiran los elementos a tomar en cuenta para la realizacion de la investigacion experimental y asi como tambien establecer los parametros a analizar.

#### **D) Definicion de entidades de estudio.**

De acuerdo, a la investigacion antes realizada, la transportacion y conservacion de organos renales para fines de trasplantes, se centra en tres principales factores que son:

- **Riñones**
- **Tipo de conservacion.**
- **Contenedor.**

Estas anteriores son las entidades de estudio en el que se centraran las diferentes pruebas a relizarse.

#### **E) Descripcion de características de esenciales y accidentales de las entidades de estudios.**

Teniendo en cuenta lo anterior, se tienen que considerar características particulares de cada una de las entidades de estudio, para determinar y analaizarse durante las pruebas teniendo las siguientes:

- **Riñones:** cantidad, peso, temperatura inicial.

- **Tipo de conservacion:** cantidad, temperatura de estabilizacion, tiempo de estabilizacion, tiempo de duracion.
- **Contenedor:** materiales, temperatura inicial, tiempo de estabilizacion con cada uno de los refrigerantes.

#### **F) Conformacion de los criterios de aceptacion de las unidades de estudio.**

Los criterios de aceptación son de acuerdo a cada una de las entidades de estudio, las cuales son de manera cuantitativa que a continuación se muestran:

##### **Riñones.**

- Transportar 2 riñones.
- Pesar no más de 200gr. Cada uno de los riñones
- Conservarse en hipotermia en un rango de 2°C a 4°C durante por lo 5 horas.

##### **Tipo de conservación.**

- No rebasar de 5 kg. De conservador.
- Mantener una temperatura constante de por lo menos 5 horas.

##### **Contenedor.**

- Tener capacidad de por lo menos 5 kg de refrigerante.
- Material del contenedor apropiado para la conservación de la temperatura así como tener un grosor de 15 mm.

La determinación de las entidades de estudio y las características de cada uno de ellas son la base de la observación, experimentación y análisis de esta investigación, para de esa forma determinar las variantes a considerar para el diseño y desarrollo del sistema portátil de conservación y transportación de órganos renales para trasplante.

En base a lo anterior se realizaron las diferentes pruebas teniendo en cuenta las diferentes variantes antes descritas.

## **4.2 ETAPA 2. INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL.**

En esta fase se realizaron diferentes experimentos considerando tanto las entidades de estudio, sus características de las mismas, así como los criterios de aceptación de cada una de ellas definidas en la anterior etapa.

Para comprender mejor el funcionamiento de la conservación de la temperatura es necesario definir ciertos conceptos básicos de transferencia de la misma y como sucede esta.

### **4.2.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA TEMPERATURA.**

Todo objeto o sustancia en su interior está conformada de moléculas, las cuales, están en constante movimiento y pueden variar su posición, para que se muevan estas, se necesita de energía cinética, la cual es necesaria para que se puedan mover; La energía cinética es la velocidad con que se mueven los cuerpos, en este caso las moléculas.

Ahora si se suma la energía cinética de todas las moléculas, esta es directamente proporcional a la energía térmica., que es generada por el movimiento de las partículas, entre mayor energía cinética generada entre las moléculas, mayor será la energía térmica, es decir, mayor temperatura.

La temperatura es la medida en promedio o el valor medio de la energía térmica (calor o frio) de las moléculas que constituyen un cuerpo.

Por otra parte el calor es una forma de energía que se transfiere de un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura; es decir, se transfiere energía térmica de un cuerpo a otro, el de mayor temperatura cede energía al de menor temperatura; Si ponemos en contacto un cuerpo caliente con otro frio, el objeto caliente le suministra o cede energía cinética en forma de calor al objeto frio. (Tippens, 2007. Pág. 330)

Ahora el flujo de energía se detiene cuando ambos cuerpos alcanza la misma temperatura, es decir, hay un equilibrio térmico en ambas partes; Se dice que un sistema de cuerpos se encuentra en equilibrio térmico cuando la interacción neta de energía entre sus dos elementos es de 0, es decir, esta que llegue una condición estable de igualdad de temperatura en ambos cuerpos, y ya no haya transferencia de calor o energía cinética esto es llamado la ley 0 de la termodinámica. (Cuervo, 2007, pág. 62)

Entre otras cosas , en general, los materiales o sustancias tienden a expandirse con temperaturas altas, es decir se hacen más grandes y también pasa lo contrario cuando se enfrían, a este fenómeno se le conoce como dilatación, cabe destacar que dependiendo de su constitución molecular cada uno de estos se expande de diferente forma; esto sucede dado que al recibir más energía térmica, las partículas que componen estos cuerpos o sustancias se mueven más ocupando mayor espacio y por ende incrementa su volumen, por el contrario si la temperatura baja, la energía de un cuerpo baja y se mueven con menos velocidad las moléculas ocupando menos espacio lo cual disminuye su volumen, es decir se contrae. (Cuervo, 2007. Pág. 62)

Ahora la primera ley de la termodinámica dice: *que la energía no se crea ni se destruye solo se transforma*; se dice que el calor perdido por un cuerpo es ganado por el otro. Para determinar el cambio absoluto de temperatura de un cuerpo a otro, se resta la temperatura de equilibrio final al de cada uno de los cuerpos.

Por ejemplo si se calienta un objeto a  $80^{\circ}\text{C}$  y se deja caer en un recipiente de agua, cuya temperatura es de  $25^{\circ}\text{C}$  ; supongamos que la temperatura final de equilibrio es de  $30^{\circ}\text{C}$ , para determinar la pérdida que sufrió el primero se resta la temperatura de equilibrio con la temperatura inicial, la cual será de  $50^{\circ}$  y el cálculo del calor ganado por el agua es de  $5^{\circ}$ , de esta forma representamos el cambio absoluto en la temperatura cuando se aplican a las ganancias y pérdidas de energía o temperatura. (Tippens, 2007, pág. 356)

En conclusión el calor se representa con la energía térmica absorbida o liberada durante el cambio de temperatura y que siempre los objetos o sistemas de objetos que se colocan en un sistema aislado alcanzan la misma temperatura generando un equilibrio térmico.

En el presente trabajo lo que se requiere para que la temperatura sea baja es que la energía cinética en las moléculas sea lo pausada posible, y que se mantenga constante durante todo el trayecto de traslado de los órganos renales a trasplantar.

Ahora entre mayor energía cinética, mayor será el calor y mayor será la velocidad de descomposición del tejido, esto porque se produce más enzimas de putrefacción es decir, todos los factores son directamente proporcionales.

Por el contrario entre menos energía cinética haya menor será la temperatura y la velocidad de descomposición será lenta por lo tanto no hay producción de enzimas que puedan producir la putrefacción.

Por tal motivo es que se conserva a una temperatura baja la conservación de órganos renales para trasplante así como también cualquier órgano o tejido durante su transportación

Es importante saber cómo se puede dar esta transferencia de calor para que pueda ver un equilibrio térmico.

#### **4.2.1.1 TRANSFERENCIA DE CALOR**

Como ya se dijo anteriormente el calor es una energía en tránsito, es decir, en movimiento, que siempre viaja de un cuerpo con mayor energía cinética molecular a otro con menor energía cinética molecular, aunque sea esta mínima.

La transferencia de calor se puede llevar a cabo por tres modos:

- Conducción
- Radiación
- Convección.

**Conducción:** esta forma se da cuando el calor se propaga entre sólidos que están en contacto directo y sus moléculas al juntarse chocan; por ejemplo una plancha caliente en contacto con una camisa. (Cuervo, 2007, pág. 63)

**Radiación:** el calor se propaga por ondas electromagnéticas, por lo que el cuerpo que envía el calor al que recibe no lo toca directamente; ejemplo el sol calienta por radiación a la tierra y a todo lo que habita en ella. (Cuervo, 2007, pág. 63)

**Convección:** Esta forma de transmisión se da en los fluidos (líquidos y gases). Si se calienta un poco de agua en un recipiente las moléculas que están en la parte de abajo se calienta primero que las de arriba, haciéndose con ello menos densa y desplazándose hacia arriba. (Cuervo, 2007, pág. 63)

Ahora en los experimentos que se presentan a continuación la transferencia de calor se realiza en la forma de conducción dado a que el conservador como el hielo o el gel refrigerante están en contacto directo con los órganos renales a trasplantar y de esa



forma poder consérvalos a una temperatura adecuada de entre 3°C a 7°C para poder mantenerlos en hipotermia durante todo el traslado.

A continuación se presentan los experimentos en la fase de investigación experimental los cuales fueron de gran ayuda al desarrollo del presente trabajo de investigación.

#### **4.3 PRUEBA 1. CAPACIDAD DEL AGUA EN ESTADO SÓLIDO COMO CONSERVADOR DE LOS ÓRGANOS RENALES.**

##### **A) OBJETIVO DE LA PRUEBA.**

Saber la capacidad de enfriamiento del agua en estado sólido en la conservación de dos órganos renales, en un contenedor térmico.

##### **B) INSTRUMENTOS**

- **Balanza**



Imagen24. Balanza de peso.

- **Contenedor capacidad 20 litros.**

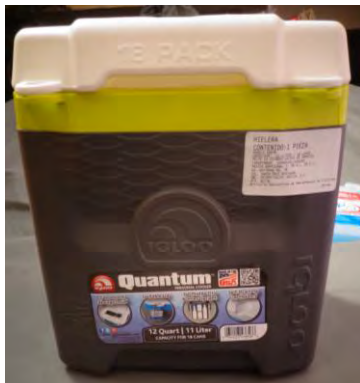


Imagen 25. Vista frontal de contenedor.



Imagen 26. Vista en perspectiva de contenedor.

- 5 Kg. de hielo.
- Termómetro análogo.



Imagen 27. Vista de Termómetro análogo.

- Higrómetro análogo.



Imagen 28. Higrómetro análogo.

- Dos riñones de cerdo

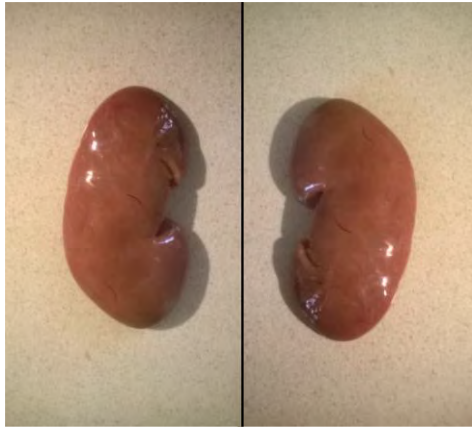


Imagen 29.Riñones de Cerdo.

### C) PROCEDIMIENTO.

**PASO 1.** Se realizaron mediciones de temperatura, tanto del medio ambiente, al interior del contenedor así como también la humedad de ambos, para tenerlos como referencia inicial. Ver Imágenes 30 y 31



Imagen 30.Medición de temperatura medio ambiente.



Imagen 31.Medición de temperatura al interior del contenedor.

Las temperaturas que se registraron fueron las siguientes. Ver tabla 23

Temperatura Inicial		
TEMPERATURA MEDIO AMBIENTE	TEMPERATURA DE CONTENEDOR	HUMEDAD DE CONTENEDOR
27°C	19°C	30%

Tabla 23. Temperatura inicial.

**PASO 2.** Se pesaron los riñones de cerdo en la báscula para determinar el peso de cada uno de ellos el cual fue en el riñón primero 160 gr. y en el riñón segundo 170 gr. Ver Imagen 32 y 33



Imagen 32. Determinación del peso Riñón 1.



Imagen 33.. Determinación del peso Riñón 2.

Tanto la temperatura como la humedad son importante ya que son factores que determinan la eficacia del aislamiento de temperatura.

**PASO 3.** Se introdujo en el contenedor los 5 Kg. De agua en estado sólido, se registró y determinó la temperatura inicial al interior del contenedor así como también la humedad y el tiempo de estabilización al interior de este. Ver Imágenes 34 y 35



Imagen 34. Introducción de hielo al contenedor.



Imagen 35. Medición y registro de temperatura con agua en estado sólido al interior del contenedor.

Se realizaron las mediciones de temperatura al interior del contenedor llenado con hielo después de 20 minutos, se estabilizo la temperatura en 2°C. Ver grafica 1



Grafica 1. Temperatura de equilibrio contenedor con hielo.

**PASÓ 4.** Una vez estabilizada y encontrada la temperatura al interior del contenedor, se introdujeron al contenedor los dos riñones de cerdo por separado en una bolsa de polietileno cada uno, dejando una cama al fondo del mismo con una altura de 10 cm de espesor de agua en estado sólido y posteriormente se rellenó con otra capa de hielo restante para cubrirlos, tal y como lo realizan hoy en día el sector salud para la transportación de órganos renales para su trasplante. Ver Imágenes 36 y 37



Imagen 36. Riñones en el interior del contenedor con una cama de 10 cm. de agua en estado sólido



Imagen 37. Llenado de contenedor de agua en estado sólido.

Se realizaron medidas de temperatura así como también de humedad al interior del contenedor, de alrededor de 10 minutos inicialmente para determinar la temperatura de estabilización o equilibrio térmico así como también a los riñones de cerdo, para determinar también su temperatura. Ver Imágenes 38 y 39



Imagen 38. Medición de temperatura en contenedor.

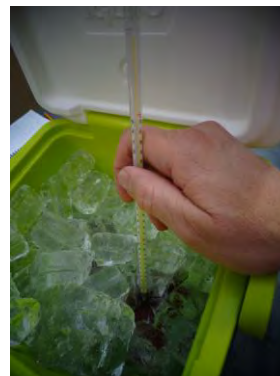
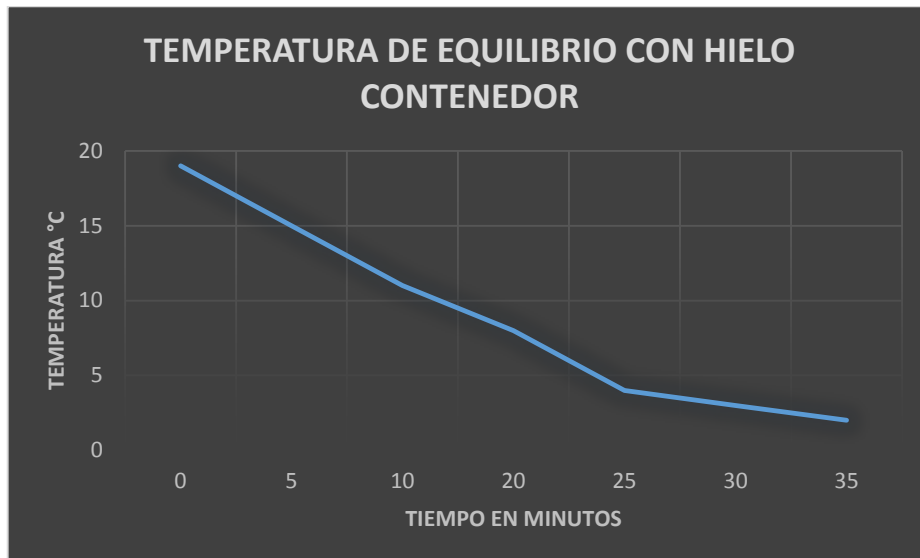


Imagen 39. Medición de temperatura en riñones de cerdo.

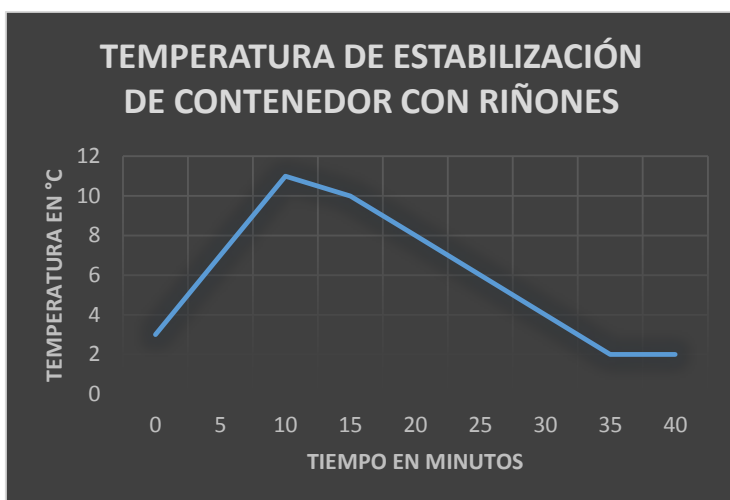


Los datos obtenidos en la gráfica siguiente nos muestran las temperaturas iniciales al introducir los riñones en el contenedor teniendo como refrigerante agua en estado sólido.

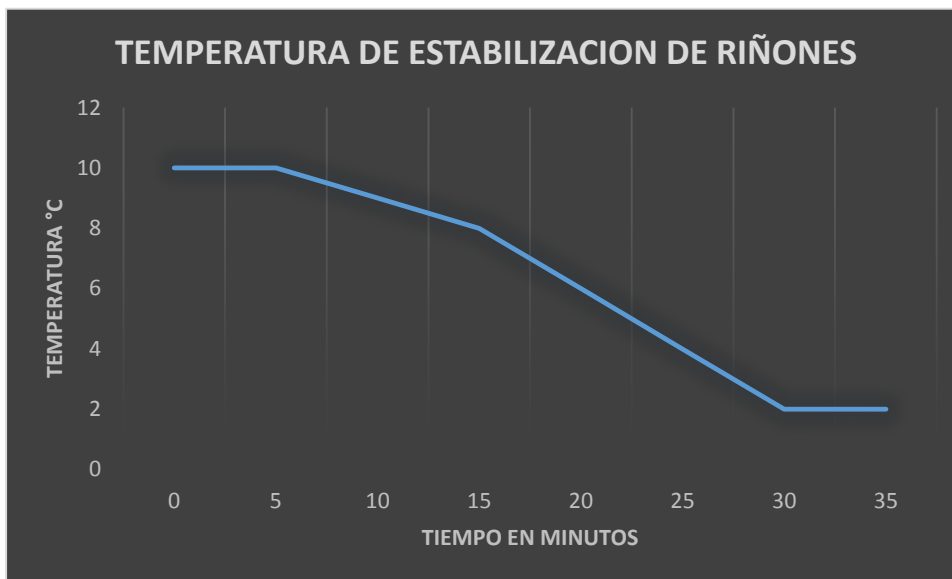
Ver Grafica 2 , 3 y 4



Grafica 2. Temperatura de equilibrio contenedor con hielo.



Grafica 3. Temperatura de equilibrio contenedor con riñones.



Grafica 4. Temperatura de estabilización de riñones.

#### 4.3.1 RESULTADOS PRUEBA 1

Los datos anteriores registraron un equilibrio térmico al interior del contenedor después de 30 minutos con una temperatura de 2°C en los órganos renales conservados con hielo. Después de 6 horas la temperatura fue subiendo considerablemente entre 1°C en promedio por hora al interior del contenedor, lo cual, después de 10 horas. La temperatura final del contenedor fue de entre 7°C y 8°C, obteniendo también con ello el registro de la temperatura de los órganos renales que oscila entre 5°C y 6°C. Ver Grafica 5





Grafica 5. Temperatura de contenedor con riñones. Elaboración propia

#### 4.3.2 CONCLUSIONES PRUEBA 1

Con todo lo anterior se encontró que el agua en estado sólido es un buen conservador de la temperatura dado a que la mantiene constante hasta por 6 horas continuas.

Por otro lado, y aunque es un buen conservador de la temperatura, al pasar de estado sólido a estado líquido es un problema, ya que, se puede introducir en las bolsas con que son empaquetados los órganos renales a transportar y posiblemente, y con ello ser contaminados, aunado a lo anterior, la manipulación del contenedor se vuelve pesada y difícil de llevarlo de un lugar a otro, lo cual contribuye, en gran medida, a que este, tenga que tener rodamientos en la parte inferior para no tenerlos que cargar y moverlos durante mucho tiempo en el suelo.

Dado lo anterior se determinó hacer otra investigación con otro tipo de conservador de temperatura, que es el gel refrigerante, esto con el fin, de determinar el comportamiento de los órganos renales con el mismo, y capacidad de enfriamiento, teniendo con ello, una posible alternativa de conservación de temperatura, diferente al utilizado actualmente durante la trasportación de los injertos.

#### 4.4 PRUEBA 2. CAPACIDAD DEL GEL REFRIGERANTE SÓLIDO COMO CONSERVADOR DE LOS ÓRGANOS RENALES.

**OBJETIVO PRUEBA 2.** Saber el comportamiento de gel refrigerante como conservador para poder determinar el funcionamiento que proporciona este tipo de conservador de temperatura.

##### INSTRUMENTOS

- Balanza de peso.



Imagen 40. Balanza de peso.

- Contenedor



Imagen 41. Vista frontal de contenedor.

- Termómetro análogo.



Imagen 42. Termómetro análogo.

- Gel refrigerante 2kg.



Imagen 43. Refrigerante gel.



Imagen 44. Higrómetro análogo.

- Dos riñones de cerdo

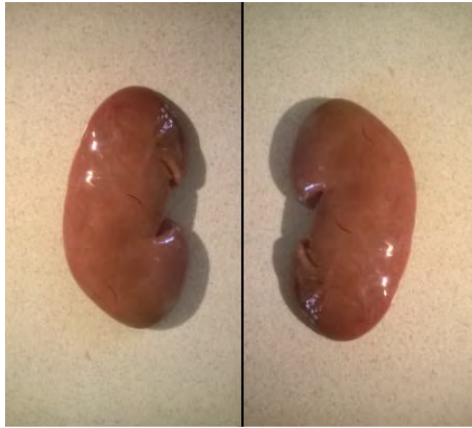


Imagen 45. Riñones de Cerdo.

#### A) PROCEDIMIENTO.

**PASO 1.** Se realizaron medidas de temperatura y humedad tanto del medio ambiente como del interior del contenedor para tener una medida de referencia de temperatura como de humedad. Ver Imágenes 46 y 47



Imagen 46. Medición de temperatura medio ambiente 2.



Imagen 47. Medición de temperatura interior del contenedor.

**PASO 2.** Se enfriaron 2 Kg. de gel en el refrigerador previamente en el congelador durante 16 horas como lo especifica el fabricante y se determinó la temperatura del mismo.

**PASO 3.** Medir la temperatura del gel se sumergieron los 2 Kg. en una cubeta con agua, para de esa forma poderla determinarla. Ver figura 48 y 49 y tabla 24

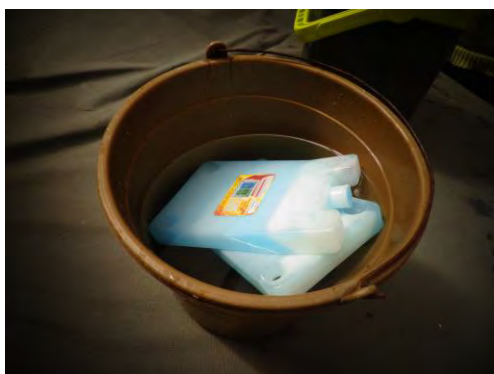


Imagen 48. Gel Refrigerante en cubeta con agua.



Imagen 49. Medicion de temperatura del gel refrigerante.

TEMPERATUTRA INICIAL			
TEMPERATURA MEDIO AMBIENTE	TEMPERATURA DE CONTENEDOR	HUMEDAD DE CONTENEDOR	TEMPERATURA DE GEL REFRIGERANTE
27°C	19°C	30%	0°C

Tabla 24. Temperatura inicial de experimento con gel.

**PASO 4.** Se introdujeron los recipientes con gel al interior del contenedor para medir la temperatura que genera al interior, y de esa forma determinar la medida de estabilización de la temperatura la cual fue de  $-1^{\circ}\text{C}$ . Ver imagen 50



Imagen 50. Acomodo de gel refrigerante al interior del contenedor.

Se registraron las siguientes temperaturas. Ver Grafica 7



Grafica 6. Temperatura de estabilización de contenedor con gel.

Después de 20 minutos la temperatura se estabilizo en 2°C, una temperatura idónea para la transportación y conservación de órganos renales humanos para trasplante.

**PASO 5.** Se introdujeron dos riñones de cerdo al interior del contenedor y se realizaron mediciones para determinar la temperatura y humedad tanto en el interior del mismo como de los riñones. Ver figuras 51 y 52

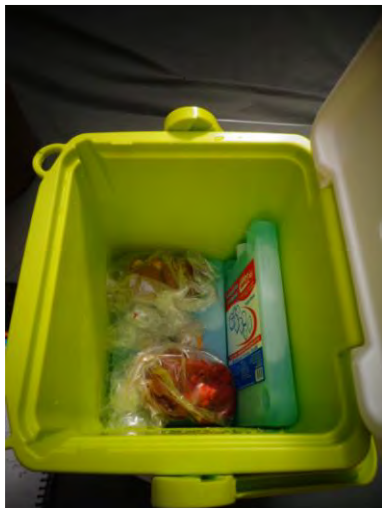


Imagen 51. Riñones en contenedor y gel refrigerante.



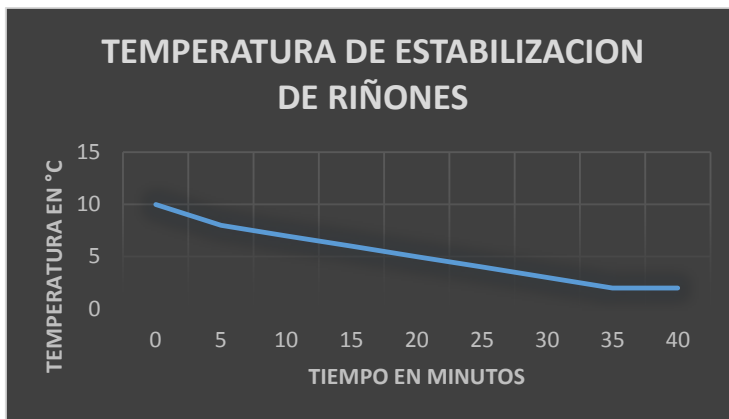
Imagen 52. registro de temperatura de riñones.

Y se registraron las siguientes temperaturas. Ver Grafica 8 y 9



Grafica 7. Temperatura del contenedor con gel y riñones estabilización.



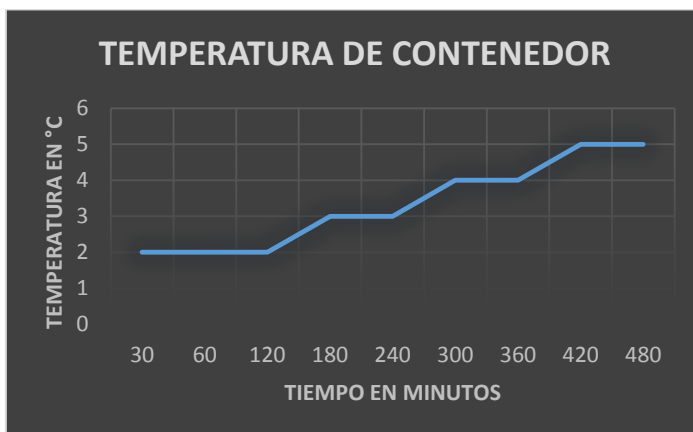


Grafica 8. Temperatura de estabilización de riñones.

De acuerdo a las gráficas anteriores, se encontró que en el caso del contenedor hubo un incremento de temperatura de hasta 9°C en minutos, esto dado por la energía cedida de los órganos renales al gel refrigerante, que tenían más calor dado a que su temperatura inicial era de 7°C.

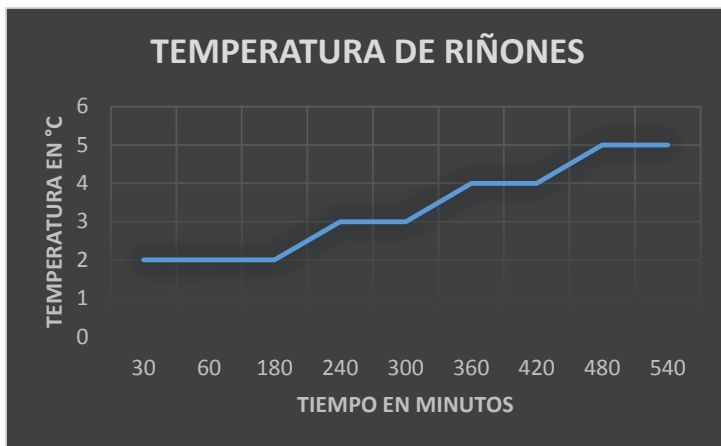
Ahora el tiempo de estabilización de la temperatura fue alrededor de 30 minutos, bajando la temperatura 1°C aproximadamente cada 5 minutos en el interior del contenedor así como también en los riñones, teniendo como temperatura de equilibrio tanto en el contenedor como en los órganos 2°C.

**PASO 6.** Posteriormente se realizaron mediciones durante lapsos de tiempo de 30 minutos para poder determinar la temperatura constante en lapsos de tiempo prolongado y así también la duración que tiene esta con el refrigerante al interior. Ver grafica 10 y 11



Grafica 9. Temperatura de contenedor con gel refrigerante. Elaboración propia





Grafica 11. Temperatura de Riñones.  
Elaboración propia

#### 4.4.1 RESULTADOS PRUEBA 2.

Los datos registrados en las tablas anteriores muestran que el gel refrigerante tiene una duración aproximada de entre ocho y diez horas con una temperatura constante de entre 2°C y 3°C y va subiendo la temperatura gradualmente a partir de este lapso de tiempo, durando hasta por tres horas entre 4°C y 5°C.

Con esta prueba y de acuerdo con los datos anteriormente obtenidos se concluye que el gel refrigerante tiene una capacidad de enfriamiento óptima y por un lapso de tiempo de 9 horas, acorde al tiempo promedio que tiene de duración un traslado de órganos renales para fines de trasplante que es de 7 a 8 horas.

Por lo anterior se decidió realizar una última prueba de campo al que fueron sometidos los órganos renales con gel refrigerante como conservador de temperatura, con las condicionantes reales en un traslado de los mismos por vía terrestre, esto con la finalidad de analizar el comportamiento de todas las consideraciones en un caso real de movilidad.

#### 4.5 PRUEBA 3. TRASPORTACIÓN DE ÓRGANOS RENALES POR VÍA TERRESTRE.

De acuerdo a la investigación a base de las pruebas realizadas, se ejecutó una prueba final de campo para corroborar los datos obtenidos.

**OBJETIVO PRUEBA 3.** Determinar si el gel refrigerante en condiciones de uso normales al que se tendrá que someter el “**Sistema de Transportación y Conservación de Órganos Renales Humanos para Trasplante**”, mantiene la temperatura deseada durante un y traslado de forma terrestre con el gel refrigerante como conservador de la temperatura.

Teniendo en cuenta para dicha prueba que el UMF La Raza hace las transportaciones de órganos renales por vía terrestre desde el aeropuerto internacional de la Ciudad de Toluca “José María Morelos y Pavón” hasta dicho hospital, se realizó la prueba, la cual consistió en el traslado de riñones de cerdo en el contenedor teniendo como refrigerante el gel y así poder determinar el comportamiento del sistema de conservación y la temperatura al interior del mismo.

#### INSTRUMENTOS

- Balanza de peso.



Imagen 53. Balanza de peso.

- Contenedor



Imagen 54. Vista frontal de contenedor.

- Termómetro análogo.



Imagen 55. Termómetro análogo.

- Gel refrigerante 2kg.



Imagen 56.Refrigerante gel.



Imagen 57. Higrómetro análogo.

- Dos riñones de cerdo



Imagen 58.Riñones de Cerdo.

- Automóvil Toyota avanza 2016



Imagen 59.Automovil.

## PASO 1. TRAZADO DE RUTA DE TRANSPORTACIÓN.

Se trazó una ruta de transportación desde el aeropuerto internacional de la Ciudad de Toluca “José María Morelos y Pavón” hasta la Ciudad de México, en la UMF La Raza teniendo una distancia de 62.8 Km. De un punto a otro, el cual dura aproximadamente en condiciones normales sin tráfico alrededor de 1hrs 26 minutos aproximadamente; por el contrario si se encuentra con tráfico durante el traslado se puede llegar hacer de entre 2 y 2 horas y media de un punto a otro.

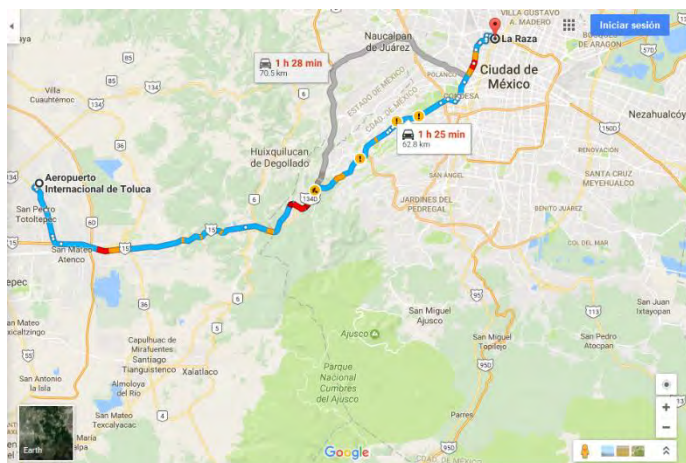


Imagen 60. Ruta de traslado terrestre del aeropuerto internacional “José María Morelos y Pavón” hasta la UMF La Raza. Fuente:

<https://www.google.com.mx/maps/dir/Aeropuerto+Internacional+de+Toluca,+50226+Toluca+de+Lerdo,+M%C3%A9xico/+La+Raza,+Ciudad+de+M%C3%A9xico,+CDMX/@19.2898447,->

La ruta que se trazo es la que utiliza la UMF La raza para los traslados terrestres de órganos renales para su trasplante. Ver Figura 56

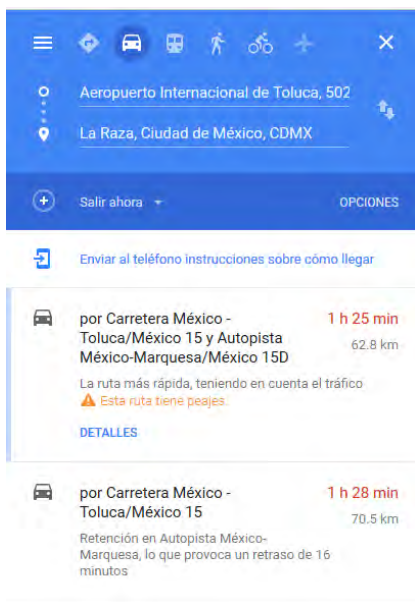


Imagen 61. Vías para trazado de Ruta de traslado terrestre del aeropuerto internacional “José María Morelos y Pavón” hasta la UMF La Raza. Fuente: <https://www.google.com.mx/maps/dir/Aeropuerto+Internacional+de+Toluca,+50226+Toluca+de+Lerdo,+M%C3%A9xico/La+Raza,+Ciudad+de+M%C3%A9xico,+CDMX/@19.2898447,-99.4197488,11.04z/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x85cd8a9c1bd3d19f:0x32b410ec2b6e1e99!2m2!1d-99.5698355!2d19.3389479!1m5!1m1!1s0x85d1f8e28c5f9567:0x90c8c6c6d1b2161!2m2!1d-99.1463071!2d19.4659094!3e0> visto 26 de marzo 2017.

## PASO 2. PREPARATIVOS PARA LA REALIZACIÓN DE TRASLADO.

Para la realización del traslado se realizaron preparativos previos para poder trasladar los riñones en las condiciones más apegadas a un caso real.

- Se refrigeró previamente por doce horas el gel refrigerante para que pudiera estar en óptimas condiciones para el momento del traslado.
- Se midió la temperatura y humedad del ambiente así como también del contenedor con el gel en su interior hasta que llegara a la temperatura estable de 2°C.

**PASO 3.** Posteriormente se introdujeron los riñones en bolsas de polietileno con 350 mililitros de agua con hielo cada uno, esto para simular la solución de conservación con los que son transportados y se registró la temperatura de los mismos. Ver imágenes 62 y 63



Imagen 62. Riñones de cerdo en bolsas de polietileno con agua y hielo.



Imagen 63 .Medición de temperatura Riñones de cerdo en bolsas de polietileno con agua y hielo.



**Paso 4.** Se introdujeron los riñones en el contenedor junto con el gel refrigerante, el termómetro y goniómetro para determinar, registrar y medir temperaturas iniciales antes de su traslado. Ver Imágenes 64 y 65 y Tabla 25



Imagen 64. Colocación de Gel refrigerante al interior del contenedor.



Imagen 65. Colocación de riñones al interior del contenedor.

TEMPERATURAS INICIALES				
TEMPERATURA MEDIO AMBIENTE	TEMPERATURA DE CONTENEDOR	HUMEDAD DE CONTENEDOR	TEMPERATURA DE GEL REFRIGERANTE	TEMPERATURA DE RIÑONES
20°C	2°C	30%	0°C	0°C

Tabla 25. Temperatura inicial en el recorrido. Temperatura de contenedor con gel refrigerante.

**PASO 5.** Una vez realizado lo anterior se trasladó el contenedor hasta el aeropuerto internacional de Toluca para desde este punto realizar el traslado hasta la Ciudad de México. Ver imágenes 66 y 67



Imagen 66. **Vista de la Fachada del aeropuerto Internacional de la Ciudad de Toluca.**



Imagen 67. **Vista de la Fachada del aeropuerto Internacional de la Ciudad de Toluca con el contenedor.**

Cabe señalar que la preparación de los riñones de cerdo junto con el refrigerante se realizó a 15 minutos del aeropuerto, por lo cual no vario la temperatura durante el traslado hasta dicho punto.

**PASO 6.** Una vez llegando al aeropuerto, se midieron y se registraron tanto la temperatura inicial como la humedad dentro del contenedor para de esa forma determinar mediciones iniciales antes del traslado. Ver imágenes 68 y 69



Imagen 68. **Medición de temperatura en el aeropuerto.**



Imagen 69. **Medición de humedad en el aeropuerto.**



**PASO 7.** Una vez realizadas las mediciones tanto de temperatura como de humedad al interior del contenedor, se determinó trasladar los riñones por vía terrestre en un vehículo particular y trasportarlos hasta la Ciudad de México. Ver Imágenes 70 y 71



Imagen 70. Contenedor a dentro de vehículo terrestre.



Imagen 71. Acomodo de gel refrigerante y riñones y medición de temperatura.

Se inició el recorrido del aeropuerto de la Ciudad de Toluca alrededor de las 11:35 horas am. Ver imagen 72

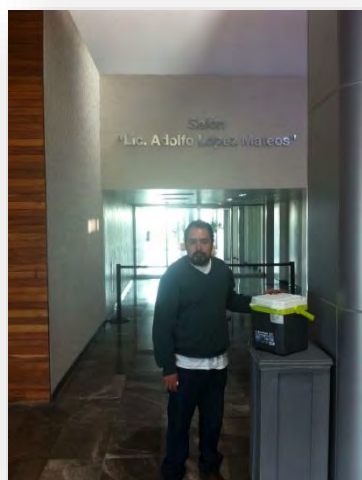


Imagen 72. Salida con contenedor al interior del aeropuerto de Toluca.

La llegada al UMF La Raza fue alrededor de las 13:00 pm. Es decir se hizo un tiempo de traslado de una hora y media desde el aeropuerto de la Ciudad de Toluca hasta dicho fin.

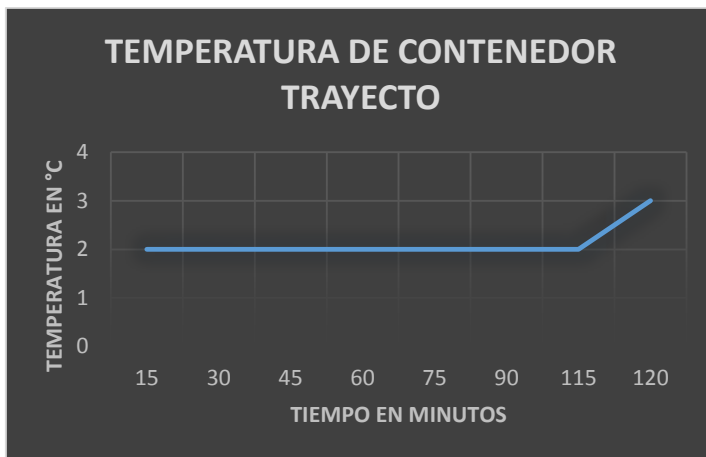
**PASO 8.** Una vez hecho el recorrido del traslado se registraron las siguientes mediciones desde el momento de salida del aeropuerto hasta la llegada al hospital. Ver Tabla 26

TEMPERATURA INICIAL				
TEMPERATURA MEDIO AMBIENTE	TEMPERATURA DE CONTENEDOR	HUMEDAD DE CONTENEDOR	TEMPERATURA DE GEL REFRIGERANTE	TEMPERATURA DE RIÑONES
20°C	2°C	30%	0°C	0°C

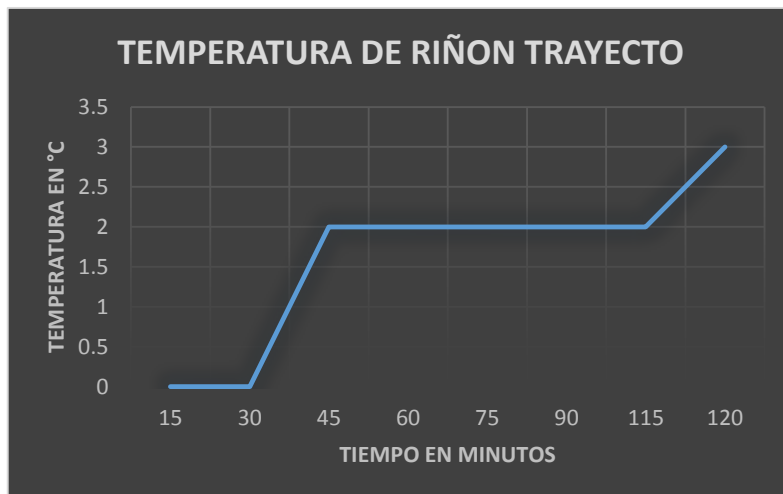
De acuerdo a la tabla anterior, la temperatura al interior del contenedor no vario, se mantuvo estable durante todo el recorrido lo cual indica, que en condiciones de transportación terrestre el gel refrigerante cumple con las condicionantes de temperatura requeridas durante un traslado.

Aunque es un traslado solo del tipo terrestre, las condicionantes tanto climatológicas como dentro del vehículo cambian considerablemente, ya que se registraron temperaturas al interior de este vehículo de transportación de entre 20°C a 24°C, y aun teniendo estas consideraciones se puede determinar de forma fehaciente que el gel refrigerante funciona para la conservación de órganos renales con fines de trasplante.

Graficas 12 y 13



Grafica 12. Temperatura de contenedor trayecto.



Grafica 13. Temperatura de riñones trayecto.

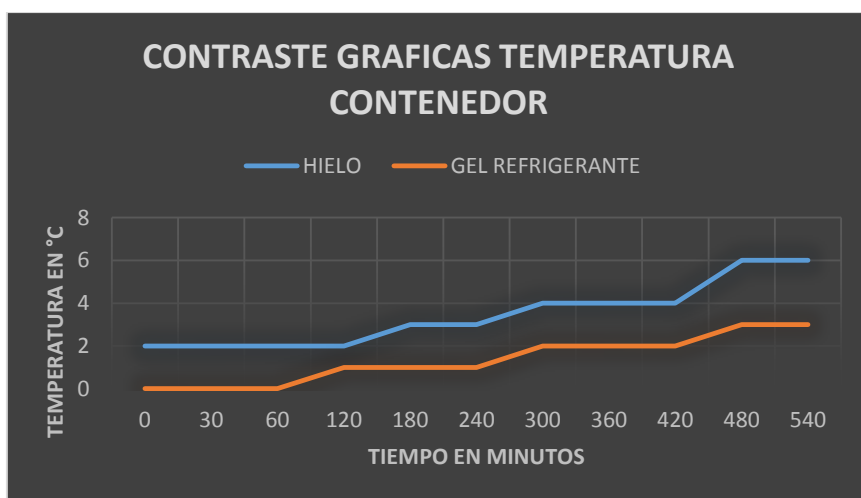
#### 4.5.1 RESULTADOS PRUEBA 3

Tomando en cuenta las pruebas antes realizadas se concluye que el gel refrigerante cuenta con mayor capacidad de enfriamiento que el agua en estado sólido, y por un lapso de tiempo más largo que el último, dando paso con esto, a que este tipo de conservador pueda ser utilizado por el sector salud en la transportación de órganos renales con fines de trasplante, como una alternativa, con menos peso y reutilizable.

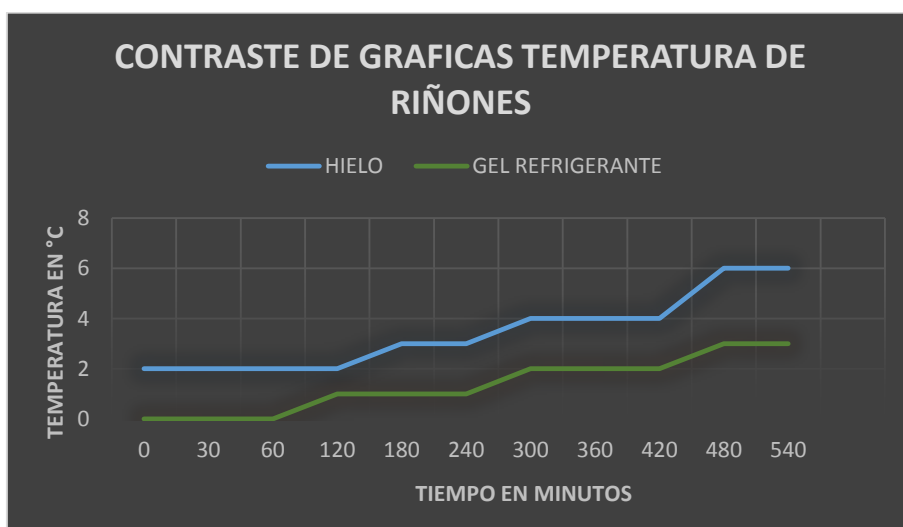
Aunado a lo anterior si consideramos que el gel refrigerante por sus condiciones físicas esta siempre contenido en un envase de polipropileno, el cual, con respecto a la investigación antes realizada, no afecta su capacidad de enfriamiento, lo hace totalmente aséptico y fácil de limpiar.

#### 4.6 CONCLUSIONES Y RESULTADOS.

En conclusión el gel refrigerante como conservador de temperatura implementado en la transportación de órganos renales con fines de trasplante, puede mantenerla de entre 2°C Y 3°C por un lapso de tiempo entre ocho y diez horas que puede durar el recorrido de traslado, en comparación del hielo que oscila entre los 5°C y 6°C. Ver Gráficas 14 y 15



Gráfica 14. Contraste de temperaturas en el contenedor.



Gráfica 15. Contraste de temperaturas de los riñones.

Los datos arrojados de acuerdo a las investigación experimental realizadas anteriormente son contundentes, el gel refrigerante con respecto al hielo es mejor conservador de temperatura y por más tiempo, aunque no son solo las únicas, por ello se muestra la siguiente tabla de evaluación de los refrigerantes y los criterios de evaluación. Ver tablas 27 y 28

TABLA DE EVALUACIÓN DE LOS REFRIGERANTES			
NÚMERO DE CRITERIO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	REFRIGERANTES	
		HIELO	GEL REFRIGERANTE
1	ES ORGANICO	3	1
2	MANTIENE LA TEMPERATURA ENTRE 2°C Y 5°C	2	3
3	ES FÁCIL DE CONSEGUIR	3	3
4	ES LIGERO	1	3
5	ES REUTILIZABLE	1	3
6	SE NECESITA POCA CANTIDAD PARA MANTENER LA TEMPERATURA	1	3
7	AL BAJAR LA TEMPERATURA NO SE HACE LIQUIDO	1	3
TOTAL		12	19

Tabla 27 Ventajas y desventajas de conservadores de temperatura.

CRITERIOS DE EVALUACION
3 CUMPLE
2 MEDIANAMENTE CUMPLE
1 NO CUMPLE

Tabla 28. Criterios de evaluación.

De acuerdo a la tabla anterior él tiene mejores beneficios el gel refrigerante con respecto al hielo, tanto de temperatura, costo, viabilidad, entre otros, lo cual nos lleva confirmar que el gel refrigerante es una alternativa para la conservación y transportación de órganos renales para trasplante, que aun, no se ha implementado en el sector salud, pero que es factible de ser usado en un sistema idóneo para dicho fin.

Con todo lo anterior respondimos a varias preguntas de investigación que se realizaron para la elaboración del presente trabajo, que varias de estas incógnitas, fueron base para la investigación experimental, las cuales se nombraron en el capítulo anterior.

Ahora de acuerdo a los análisis realizados anteriormente y en esta última etapa experimental se dan a conocer los requerimientos de diseño del sistema de transportación y conservación de órganos renales humanos para trasplante, para dar una respuesta de carácter proyectual.

#### **4.7 ANÁLISIS ESTRUCTURAL FUNCIONAL DE LAS PARTES QUE DEBEN INTEGRAR EL SISTEMA A DISEÑAR.**

Con el análisis anteriormente realizado se ha encontrado que para el diseño del **“SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE”** se deben considerarse partes esenciales en su configuración.

Las partes a considerar en son:

1. Tapa con cierre hermético y seguro, esto con el fin de evitar fugas de temperatura durante el traslado, en la que aparte se pueda tener contacto visual con el contenido.
2. Cuerpo del sistema, en cual se pueda proteger el contenido de posibles golpes que pueda sufrir durante el traslado, amortiguando los mismos.
3. El sistema de conservación de temperatura, esto es de suma importancia ya que de ello dependerá la funcionalidad del sistema.
4. Tapa inferior que pueda llevar objetos como guantes y jeringas dados el caso que lo requiera durante el traslado.
5. Y Sistema de sujeción, el cual deberá adaptarse a cualquier usuario que requiera manipularlo.

Las partes deberán de ser de un material aséptico que se pueda limpiar fácilmente con esquinas en todas las esquinas redondeadas, para amortiguar golpes o posibles caídas, dado a que una superficie de este tipo el impacto sea absorbido y ser repartido equitativamente por toda la superficie.

Deberá tener por lo menos un grosor de 15 mm de espesor, esto dado a que se debe aislar la temperatura del interior del sistema, hacia el exterior durante todo el traslado de los órganos renales a trasplantar.

Por otro lado el sistema de conservación de temperatura de acuerdo a los resultados obtenidos en la fase de investigación experimental, deberá funcionar por medio del gel refrigerante, ya que conserva de manera eficiente la misma a comparación del hielo y por

mayor tiempo aunado a que también este tipo de conservador puede ser reutilizable y es más ligero.

De acuerdo a lo anterior y a los resultados obtenidos en los anteriores apartados, a continuación se enuncian los requerimientos que debe de cumplir el “**SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE**” para posteriormente dar una respuesta de carácter objetual que pueda cumplir con los antes mencionados.



#### **4.8 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO.**

De acuerdo con RODRIGUEZ (3ra Ed.) son variables obligadas para solucionar cualitativa y cuantitativamente un proyecto de diseño industrial que solucione problemas. En este trabajo específicamente, los requerimientos serán los siguientes:

##### **USO**

- Podrá ser usado tanto por operarios del sector salud, como doctores nefrólogos y en su caso enfermeras que estén encargados de extraer y transportar órganos renales humanos de un punto a otro para su trasplante, para la validación del sistema en su uso.
- Podrá ser trasladado por vía terrestre o aérea, cumpliendo los protocolos de transportación, teniendo en cuenta el propio diseño del sistema.
- Deberá ser portátil para las personas encargadas de la transportación de los órganos renales tales como, médicos y enfermeras de entre 20 y 50 años, para su manejo y desplazamiento.
- Por su versatilidad, se podrá llevar en la espalda, en el tronco frontal o a un costado del usuario, para la comodidad y el control del mismo, de acuerdo con el diseño del sistema.
- Tendrá que contar con visibilidad al interior del sistema, para que se tenga el control del contenido a través de una mirilla transparente.
- Los órganos renales podrán ser extraídos sin desarmar el sistema, esto para evitar fugas al interior del sistema con la apertura de un seguro de un sólo paso.
- Contará con zonas de apoyo a los hombros, evitando así la fatiga en el área de la zona lumbar del usuario, por medio de elementos de sujeción con una mayor área de contacto.

## **FUNCIÓN**

- Deberá responder a las necesidades del sector salud nacional en la transportación y conservación de órganos renales para trasplante.
- Podrá ser almacenado y estibado de manera adecuada en no más de tres camas, para no estropearlo con el aporte formal exterior del producto.
- No deberá rebasar de 2 Kg. de peso para su portabilidad ya que en la mayor parte del tiempo el usuario lo va estar soportando, esto con el estudio de materiales y artefactos empleados.
- Deberá contar con compartimento para portar guantes para el posible manejo de los órganos renales.
- Se tendrá que mantener a una temperatura de entre 4°C y 6°C al interior para garantizar la isquemia de los órganos renales humanos y así evitar el deterioro de los mismos con sistemas refrigerantes reutilizables.
- El refrigerante no tendrá que estar en contacto directo con los órganos renales humanos, así como también las bolsas asépticas portadoras de los mismos, con el fin de evitar la contaminación y deterioro de éstos, a través de generar espacio entre el órgano y el refrigerante.
- Contará con cierre hermético, en cualquier parte del mismo, para evitar posible fuga de temperatura al interior, por medio de empaques poliméricos y candados de seguridad provistos.
- La refrigeración deberá durar por lo menos 4 horas la temperatura entre 4°C y 6°C, contando con las especificaciones del mismo.
- Podrá indicar la temperatura al interior con un termómetro análogo.
- Tendrá la capacidad de un máximo 2 órganos renales dado el mismo número de nefrectomías que se pueden realizar a un ser humano en donante cadavérico, y uno en donante vivo contando con las cavidades pertinentes.
- El refrigerante utilizado en el sistema deberá ser aséptico, y reutilizable, para mantener la temperatura de 4°C al interior del sistema para permitir la isquemia de

los órganos renales humanos, contando con la cantidad adecuada del propio artículo.

- Podrá soportar caídas de hasta 1.5 metros de altura, sin romperse o quebrarse para garantizar la integridad de los órganos renales humanos, en todo el trayecto del traslado tanto por vía terrestre, como aérea considerando para ello polietileno.
- Deberá contar con un sistema de fijación al interior donde estarán situados los órganos renales humanos para su inmovilización y seguridad, así como también tendrá que ser de materiales asépticos y suaves para no dañar a los mismos.
- El aseguramiento de los órganos renales humanos, deberá permitir el flujo de enfriante para conservar la temperatura de isquemia al interior por medio de los materiales idóneos indicados.

## **FORMA**

- La carcasa del sistema se deberá fabricar en polietileno de alta densidad de 15 milímetros de grosor en todas las paredes, ya que es un material aséptico y aislante de temperatura.
- Se deberán evitar en la manera de lo posible la existencia de aristas vivas que puedan dañar tanto al usuario como a los órganos renales humanos contenidos, así como, aportando ángulos redondeados con radios mínimos de 3 milímetros.
- Deberá contar con un área donde se situé la documentación que indique el contenido relacionado con los órganos renales humanos a transportar cumpliendo con la legislación aplicable.
- En su conjunto deberá ser considerado de manera integral en cuanto a su estructura base, con lo que se logrará beneficiar a la producción y el manejo del mismo, considerando para ello el diseño para la manufactura y ensamble.

## **ANTROPOMETRÍA**

- Las dimensiones del sistema no excederán del ancho de los hombros del usuario, por lo que no representará obstáculo para su manipulación en uso, al considerar los percentiles adecuados de la mujer y el hombre de entre 20 y 50 años de edad.
- Estará adecuado a las dimensiones antropométricas de hombres y mujeres de entre 18 y 50 años, debido a que son las personas en su mayoría encargadas del traslado de órganos renales humanos, considerando ángulos de visión, alcance de miembros superiores, análisis de posturas en el proceso, considerando los factores de fatiga propios.

## **PRODUCCIÓN**

- La producción del sistema estará referida a los procesos y tecnología idóneos en relación al uso y manejo de los materiales, para posibilitar la transformación de los mismos en la industria nacional o regional.
- Se tendrán que fabricar por lo menos de ocho a diez dispositivos para su distribución y venta así como responder a las necesidades del mercado nacional sin que ello no pueda ser restricción para los mercados internacionales.
- Deberá tener un costo de entre 4,500 y 6,000 pesos para que sea viable para su adquisición el sector salud ya sea público o privado.

## **SEMIÓTICA**

- Deberá ser identificable por las autoridades aeroportuarias, así como de todo el personal médico que esté involucrado y así evitar posibles robos y confusiones en cuanto al contenido de los mismos, por medio del color, logotipo, entre otros.
- Se podrán identificar cada uno de los subsistemas, para determinar el uso de cada parte del sistema, a través de la semiótica del producto, utilizando para ello formas, gráficos y/o colores.

- Cumplirá con las normas aeroportuarias de seguridad, higiene y transportación de órganos renales humanos.

Los anteriores requerimientos, son la base que debe de cumplir el sistema de transportación y conservación de órganos renales para trasplante; por lo que el siguiente capítulo se enfocará al desarrollo del mismo.

Ahora dada dicha problemática, la presente tesis dará una respuesta de forma proyectual segura y especializada para dicha actividad durante el proceso del trasplante renal, dando paso a la siguiente fase, que es la elaboración de la hipótesis, la cual se basa en la realización de diferentes alternativas y la elección de una de ellas para poderla desarrollar a detalle.

## CAPITULO 5. HIPÓTESIS

De acuerdo al Modelo General de Proceso de Diseño en el apartado de hipótesis, se dará respuesta de forma proyectual a la problemática y a su planteamiento generando alternativas para poder resolverla, culminando con la selección de la alternativa definitiva que responda de mejor manera a los requerimientos de diseño.

### 5.1 PROPUESTAS DE DISEÑO

Las propuestas de diseño se llevaron a cabo de acuerdo a los requerimientos antes mencionados y a las pruebas realizadas en la fase experimental, las cuales, se proyectaron de forma tradicional que se presentan a continuación.

**Alternativa I:** El sistema puede transportar dos órganos de tipo renal en la parte frontal, es portátil, funciona, con bolsas gel refrigerante como conservador, y es de tela kevlar, es totalmente ergonómico; tiene un compartimiento para posibles desechos, se fija al cuerpo humano con un arnés alrededor de la cintura y un tirante en los hombros, no cuenta con cierre hermético. Ver Imagen 73

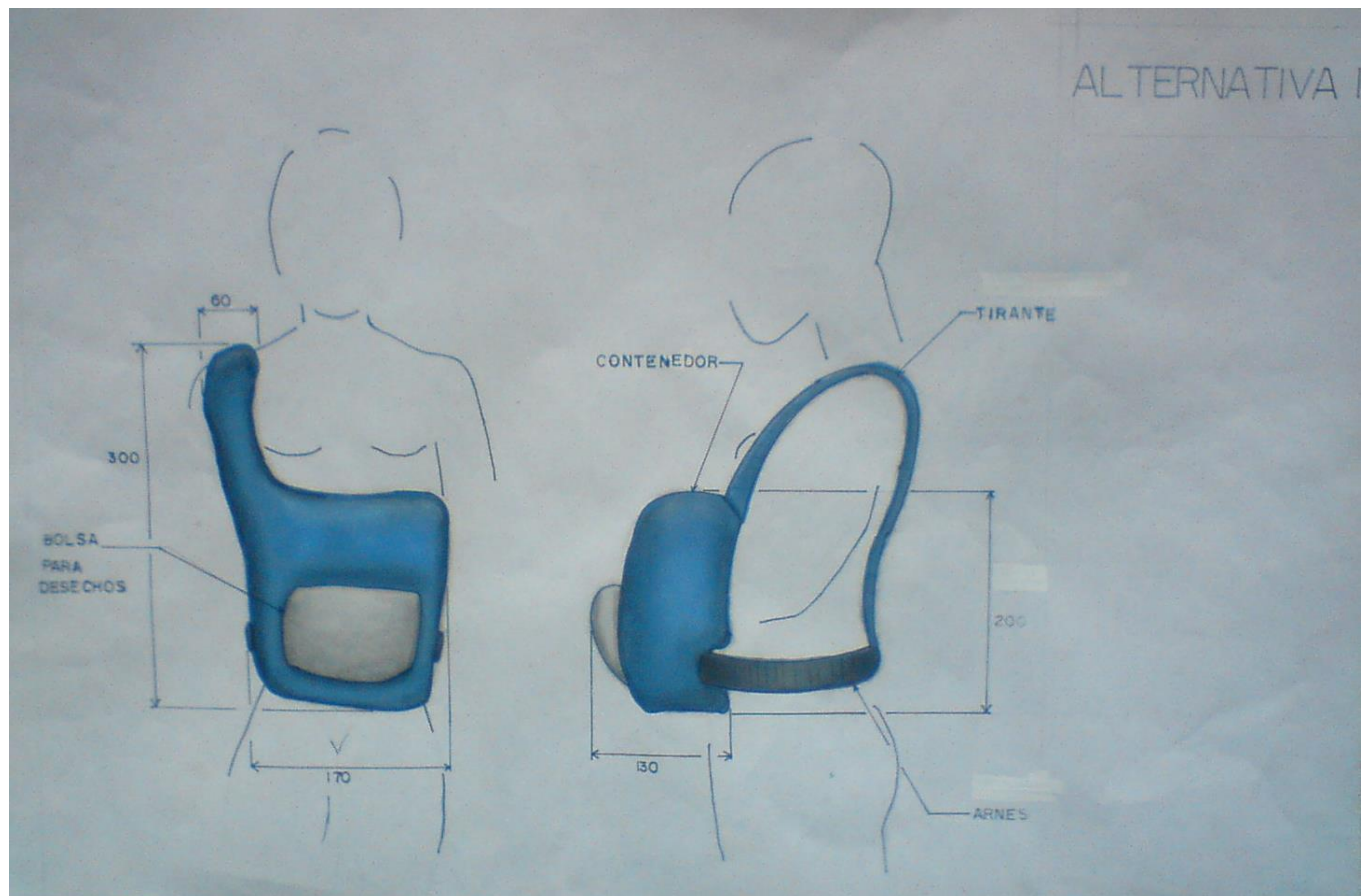


Imagen 73. **Alternativa I.**  
Elaboración propia

**Alternativa II.** Es de polipropileno de alta densidad de 15 milímetros de espesor, usa como sistema de conservación de temperatura un receptáculo de polipropileno de 3 milímetros de espesor relleno de gel refrigerante en su interior, el cual puede transportar hasta dos órganos renales, se adapta totalmente al cuerpo humano, es portátil y se puede transportar tanto al frente como en los laterales del mismo, cuenta con una tapa superior con bisagra integrada a la carcasa y cierre hermético en la misma, así como también en la parte superior una mirilla de acrílico para ver el contenido. Ver imagen 74

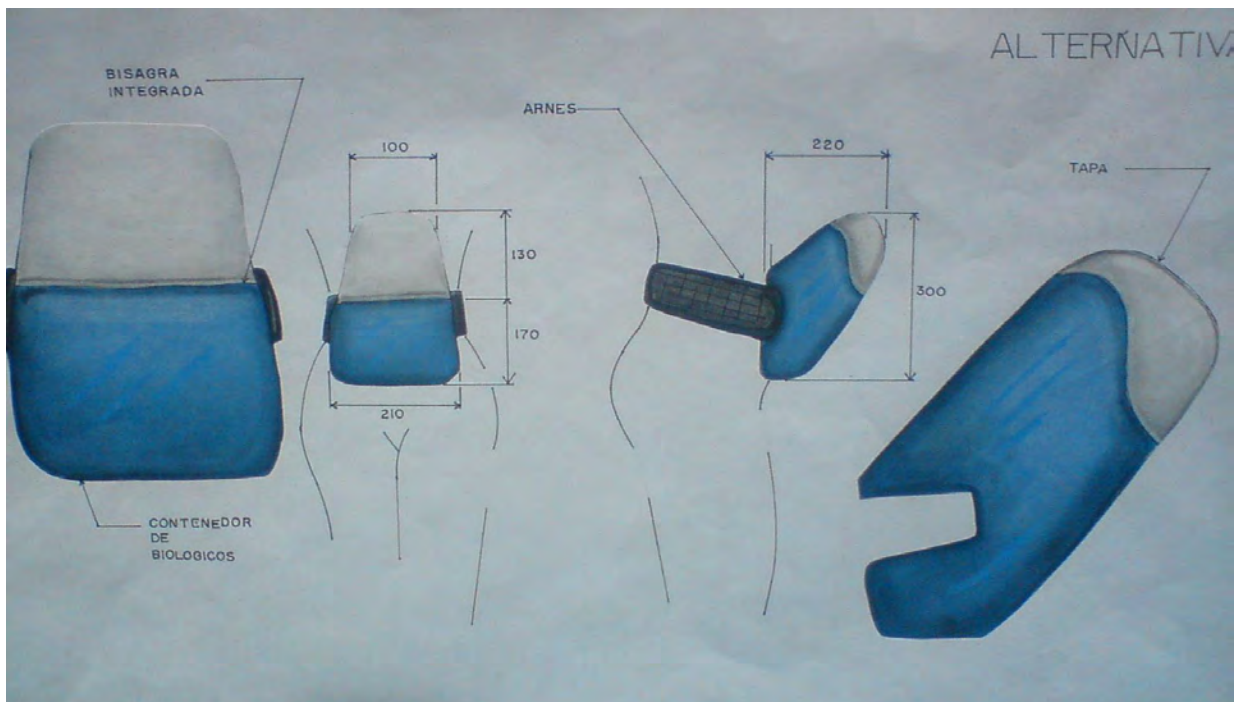


Imagen 74. **Alternativa II.**

**Alternativa III.** Utiliza bolsas de gel refrigerante al interior del sistema para la conservación de la temperatura al interior del mismo, es portátil y se lleva en los laterales del cuerpo humano, tiene contenedor de desechos, puede llevar hasta dos órganos renales, tiene cierre pero no es hermético, es de tela kevlar y utiliza un arnés para como fijación al cuerpo humano. Ver imagen 75

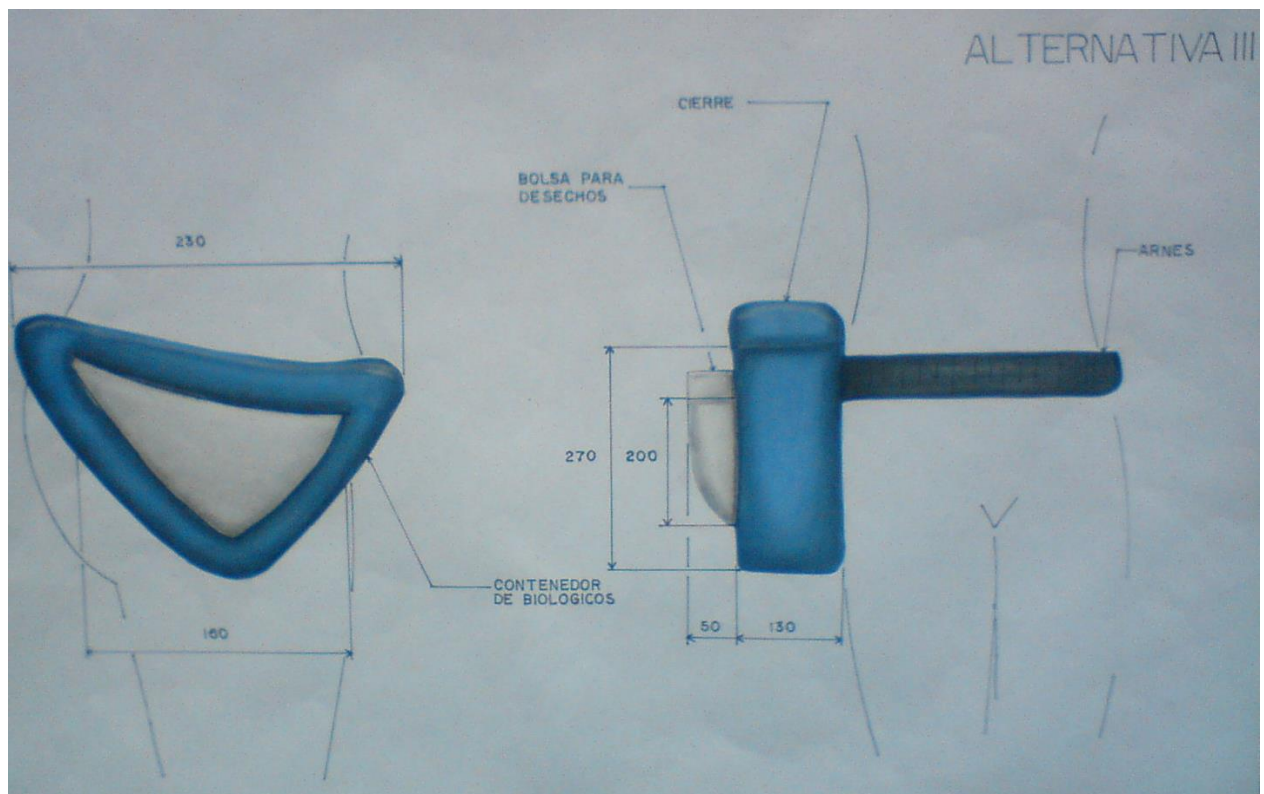


Imagen 75. **Propuesta III.**

Las propuestas anteriormente mostradas y descritas son alternativas que se desarrollaron en respuesta a la necesidad de la transportación de órganos renales para ser trasplantados considerando los requerimientos para su diseño y posteriormente, elegir una y desarrollarla a detalle.

Para lo anterior se realiza un análisis para determinar cuál de las tres propuestas de diseño cubre adecuadamente con la mayoría de los requerimientos de diseño.



## 5.2 ANÁLISIS DE LAS PROPUESTAS DE DISEÑO

En los análisis realizados de las propuestas de diseño se tomarán en cuenta criterios de los requerimientos antes mencionados, los cuales ayudaron a determinar la propuesta definitiva para desarrollarla adecuadamente, sólo se tomaron los de mayor relevancia para la evaluación de las alternativas del sistema propuesto. Ver tabla 29 y 30.

TABLA DE EVALUACIÓN DE PROPUESTAS DE DISEÑO				
No. DE REQUERIMIENTO	REQUERIMIENTOS	CALIFICACIÓN DE PROPUESTAS DE DISEÑO		
		PROPUESTA I	PROPUESTA II	PROPUESTA III
1	Podrá ser almacenado y estibado de manera adecuada en no mas de tres camas, para no estropearlo con el aporte formal exterior del producto.	1	3	1
2	Se tendrá que mantener 4°C de temperatura al interior para garantizar la isquemia de los órganos renales humanos y así evitar el deterioro de los mismos con sistemas refrigerantes reutilizables.	3	3	3
3	Contará con cierre hermético, en cualquier parte del mismo, para evitar posible fuga el interior, por medio de empaques poliméricos y candados de seguridad provistos.	2	3	3
4	Tendrá la capacidad de máximo 2 órganos renales dado el máximo de nefrectomías que se pueden realizar a un ser humano son dos en donante cadavérico, y uno en donante vivo contando con las cavidades pertinentes.	3	3	1
5	Podrá soportar caídas de hasta 1.0 metros de altura, sin romperse o quebrarse para garantizar la integridad de los órganos renales humanos, en todo el trayecto del traslado tanto por vía terrestre como aérea considerando para ello polietileno.	2	3	1
6	Deberá contar con un sistema de fijación al interior donde estarán situados los órganos renales humanos para su inmovilización y seguridad, así como también tendrá que ser de materiales asépticos y suaves para dañar a los mismos	1	3	2
7	El aseguramiento de los órganos renales humanos, deberá permitir el flujo de enfriante para conservar la temperatura de isquemia al interior por medio de los materiales idóneos.	2	3	2
8	Deberá ser inviolable desde que sale del hospital hasta su destino, esto con la finalidad de asegurar de que el contenido llegue en condiciones óptimas a través del sistema de seguridad provistos en el.	2	3	2
9	Deberá contar con un área donde se sitúe la documentación que indique el contenido relacionado con los órganos renales humanos a transportar cumpliendo con la legislación aplicable.	3	3	1
10	En su conjunto deberá ser considerado de manera integral en cuanto a su estructura base, con lo que se lograra beneficiar a la producción y el manejo del mismo, considerando para ello el diseño para la manufactura y ensamble.	3	3	2
11	Las dimensiones del sistema no excederán del ancho de los hombros del usuario, por lo que no representará obstáculo para su manipulación en uso, al considerar los percentiles adecuados de la mujer y el hombre de entre 20 y 50 años de edad.	3	3	1
12	Deberá ser identificable por las autoridades aeroportuarias así como de todo el personal medico que este involucrado para evitar posibles robos y confusiones en cuanto al contenido de los mismos, por medio del color, logotipo semiótica, entre otros.	2	3	1
13	Se podrán identificar cada uno de los subsistemas, para determinar el uso de cada parte del sistema, a través de la semiótica del producto, utilizando para ello formas, graficos y/o colores.	3	3	3
SUMATORIA TOTAL DE CALIFICACIÓN		29	39	23

Tabla 29. Tabla de evaluación de propuestas de diseño.

CRITERIOS DE EVALUACION
3 CUMPLE
2 MEDIANAMENTE CUMPLE
1 NO CUMPLE

Tabla 30. **Criterios de evaluación de propuestas de diseño.**

Una vez realizados los análisis de acuerdo con las tablas anteriores se determinó que la propuesta II es la que cuenta con mayor índice de satisfacción y cumplimiento de los requerimientos, con base en los resultados de los análisis realizados anteriormente descritos, obteniendo con los mismos una claridad en cuanto al diseño definitivo así como los componentes que utilizará el sistema que se considera que es la más adecuada tomando criterios de producción y factibilidad de realización, apegándose a la normativa así como con las diferentes condicionantes de transportación y conservación.

Dado lo anterior y con base los resultados obtenidos se procederá al desarrollo detallado de la alternativa elegida y su posible realización física, mediante el estudio de la propuesta de diseño que a continuación se muestra.

## CAPÍTULO 6. PROYECTO

### 6.1 ESTUDIO DE LA PROPUESTA DE DISEÑO.

El presente capítulo muestra la propuesta definitiva del **“Sistema Portátil de Transportación y Conservación de Órganos Renales humanos para Trasplante”**, así como sus componentes que lo conforman de acuerdo con un estudio de las propuestas de diseño, así como su descripción formal, funcional, de uso, ergonómico y antropométrico para que pueda ser realizada físicamente, llevando consigo la siguiente fase del Modelo General del Proceso de Diseño denominada proyecto.

La propuesta de diseño se basa en un contenedor de órganos renales hermético que los aisle de la temperatura exterior o de cualquier agente que los pudiera contaminar de Polipropileno HD, que a su vez, es portátil para facilitar la transportación de los mismos, ya sea por vía aérea o terrestre, teniendo un receptáculo de polipropileno llenado en su interior de gel refrigerante como conservador de la temperatura al interior. Ver Imágenes 76 y 77



Imagen 76. **Perspectiva de la propuesta de diseño.**



Imagen 77. **Perspectiva 2 de la propuesta de diseño.**

## 6.2 ANÁLISIS FORMAL DE LA PROPUESTA DE DISEÑO.

La propuesta de diseño en su parte formal responde a las necesidades de:

1. Tener un contenedor portátil que requiera el mínimo espacio para su transportación tanto aérea como terrestre.
2. Proteger el contenido (órganos renales) en caso de sufrir caídas durante la transportación, para ello, tanto la tapa superior como inferior cuentan con superficies curvas, para el momento de una posible colisión y que el impacto no alcance al interior, ya que cuenta con una superficie redonda y aristas redondeadas en la parte media del contenedor que reparte equitativamente las fuerzas accionadas en las superficies para no causar daño en el mismo. Ver Imágenes 78, 79 y 80.



Imagen 78 .VISTA SUPERIOR DE LA PROPUESTA DE DISEÑO.

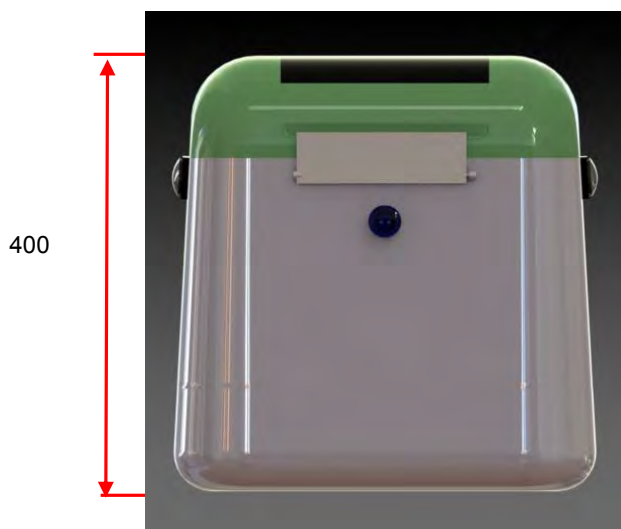


Imagen 79.VISTA FRONTAL DE LA PROPUESTA DE DISEÑO.



Imagen 80. VISTA LATERAL DERECHA DE LA PROPUESTA DE DISEÑO.

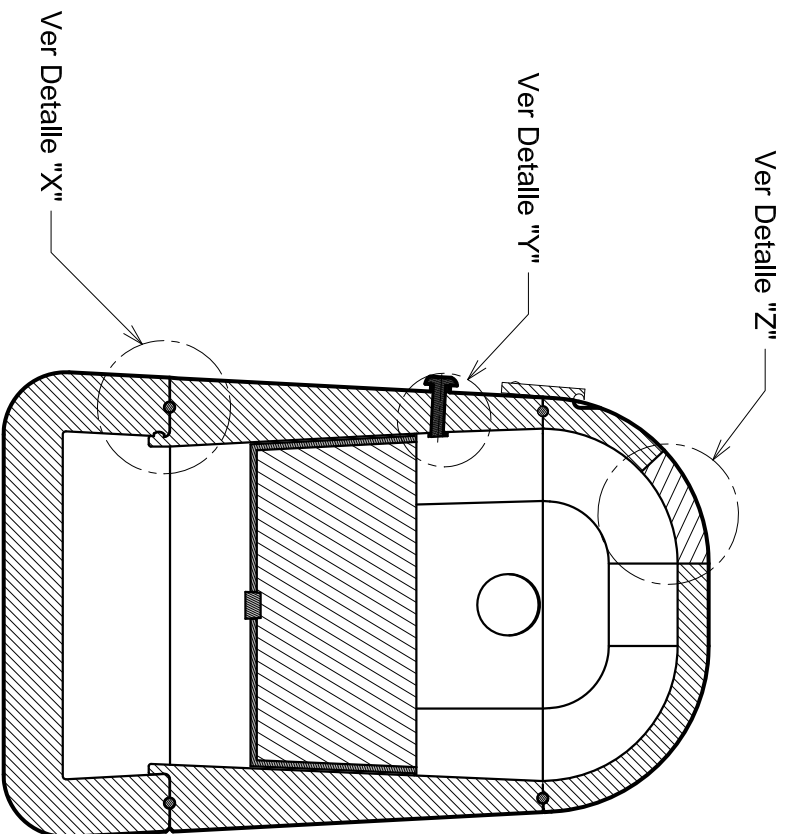
De acuerdo con el análisis anterior el **“Sistema Portátil de Transportación y Conservación de Órganos Renales Humanos para Trasplante”**, responde de forma eficaz a la problemática antes planteada, con la obtención de medidas y formas idóneas para proteger al contenido, con lo cual se traduce en el resultado de un producto diseñado de forma integral, en donde cada parte que lo conforma es identificable de manera plena. Para visualizar detalladamente el sistema diseñado tanto interior como exteriormente se muestran a continuación planos técnicos para la producción del mismo.

### **6.3 PLANOS TÉCNICOS DE PRODUCCIÓN.**

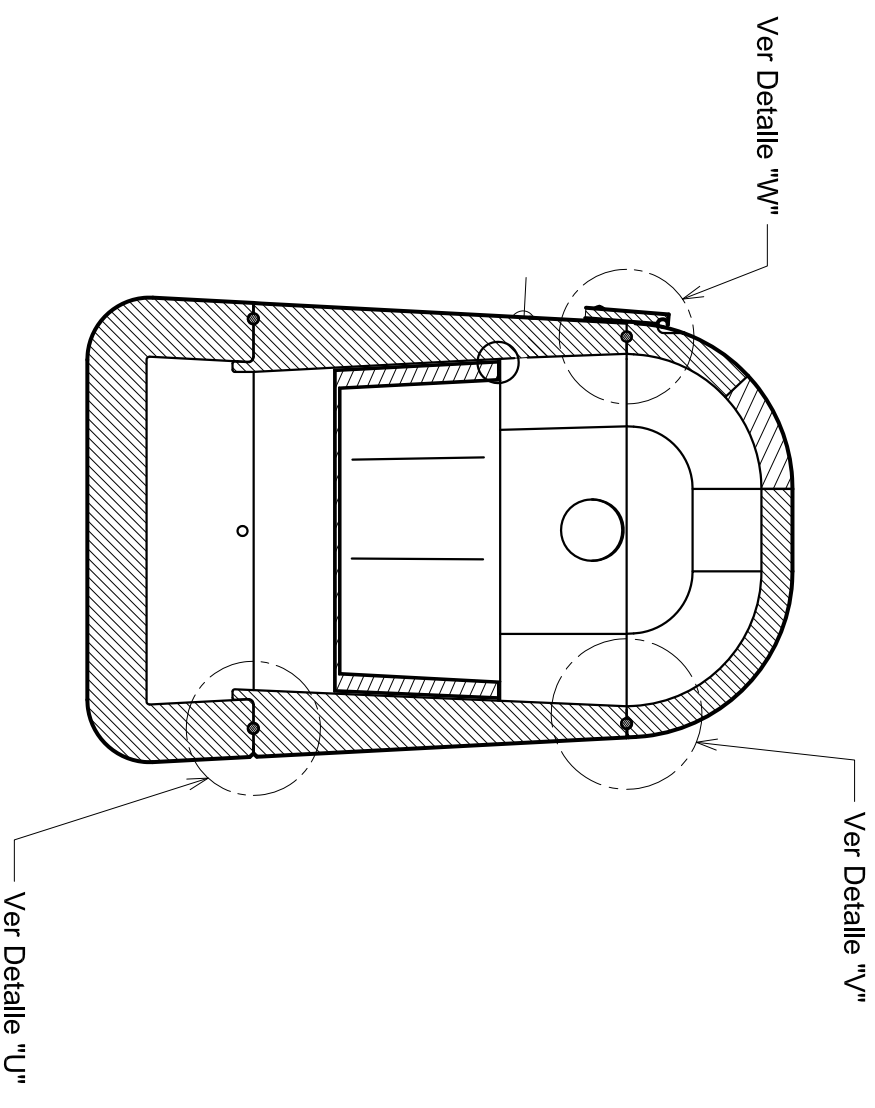
Los planos técnicos de producción son un paso importante dentro de la proyección de un objeto o producto ya que muestran en su totalidad dimensiones, ensambles, materiales, entre otras características para la realización del mismo.

Una vez obtenida la propuesta definitiva se elaboraron planos técnicos de producción los cuales se muestran a continuación, en los que se describen a detalle las dimensiones del sistema en general así como la de cada uno de sus componentes que lo conforman y su ensamble para la producción de los mismos.




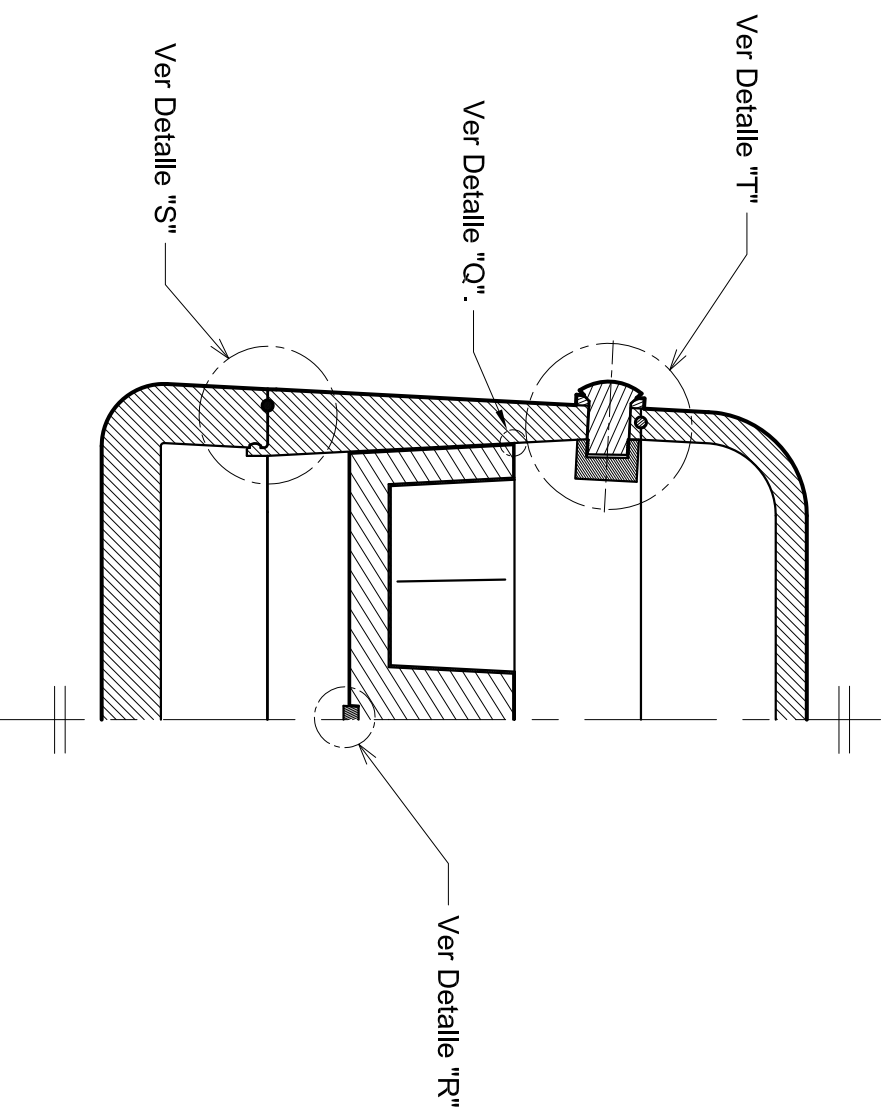


Corte A - A


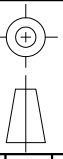


Corte B - B

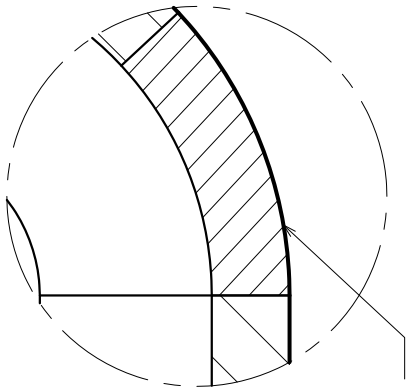
		UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA POSGRADO	
Rev. Mtro. Gerardo R. Linares C.		Nombre. Juan Ricardo Lopez Duran	
Ref. 2 de 19		"SISTEMA DE TRANSPORTACION Y CONSERVACIÓN DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE"	
Fecha. 20 de Marzo de 2017.		Esc.: 1:5	
		Acot.: mm.	
		No. STCT 002	



Corte C - C

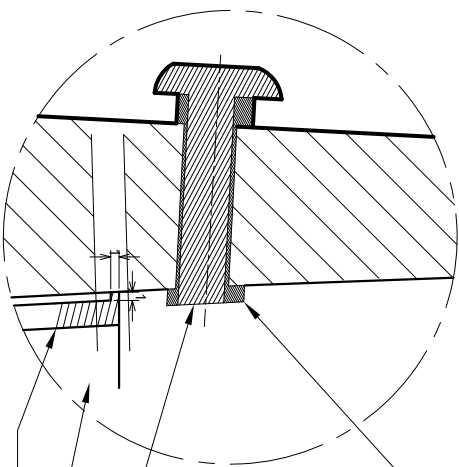
 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA POSGRADO		Nombre. Juan Ricardo Lopez Duran	
Rev. Mtro. Gerardo R. Linares C.		"SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE"	
Ref. 3 de 19			
Esc.: 1:5		"CORTES 2"	
Acot.: mm.			
Fecha. 20 de Marzo de 2017.		No. STCT 003	
			





Ver Nota 1.

**Detalle "Z"**  
ESC. 4:1



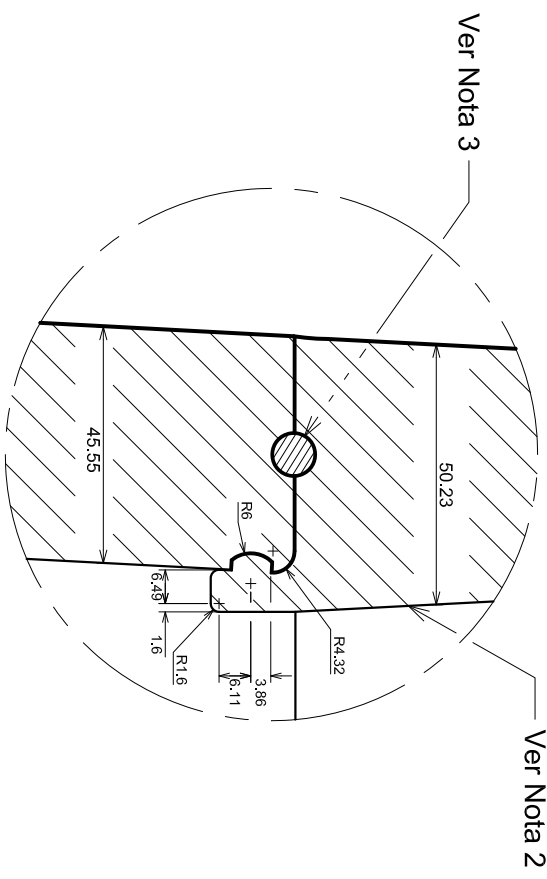
Ver Nota 4.

Ver Nota 5.

Ver Nota 6.

Ver Nota 7.

**Detalle "Y"**  
ESC. 4:1



Ver Nota 2

Ver Nota 3

**Detalle "X"**  
ESC. 3:1

**NOTAS:**

1. Mitilla de Acrílico transparente de 15 mm. de espesor.
2. Caracasa de polipropileno.
3. Empaque Interior de Neopreno de Ø 5 mm. de espesor.
4. Empaque Grommet de neopreno.
5. Termómetro analógico baja temperatura clásico marca poolaria..
6. Receptáculo de Órganos Renales de Polipropileno con 3 Kg de gel refrigerante.



**UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
POSGRADO**

**Nombre. Juan Ricardo Lopez Duran**

**"SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN  
DE ORGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE"**

**"DETALLES 1"**

Rev.  
Mtro. Gerardo R. Linares C.



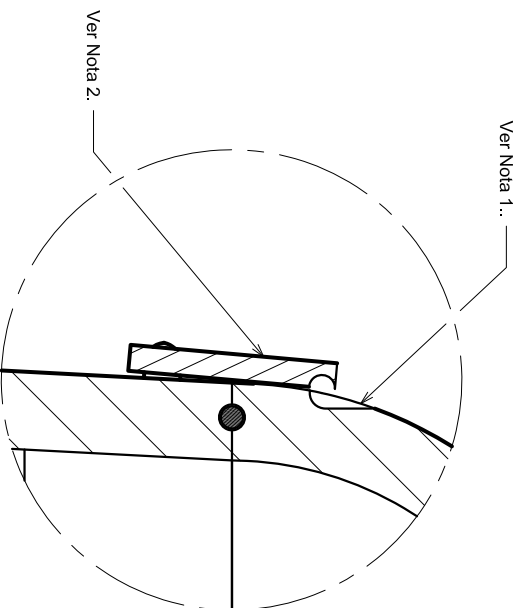
Ref.  
4 de 19

Fecha.  
20 de Marzo de 2017.

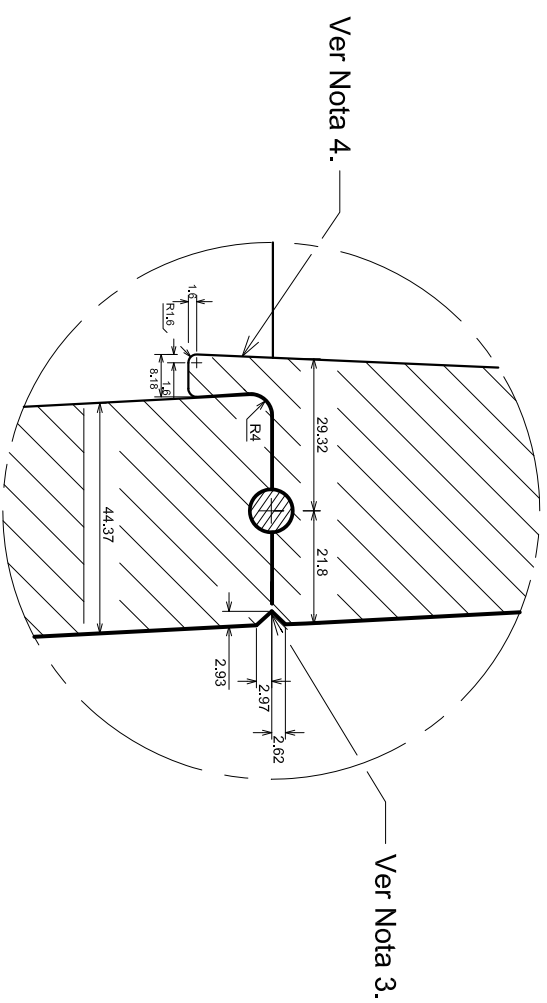
Esc.:  
"INDICADA"

Acot.:  
mm.

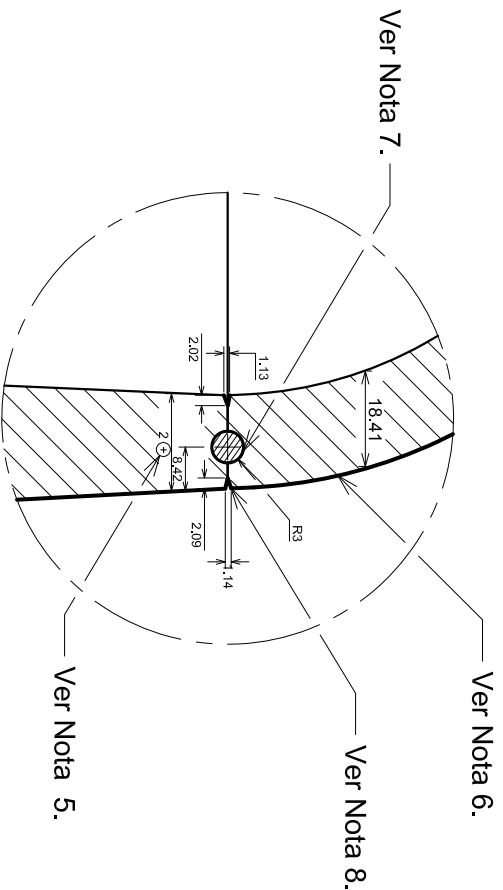
**No. STCT 004**



Detalle "W"  
ESC. 3:1



Detalle "U"  
ESC. 4:1



Detalle "V"  
ESC. 3:1

NOTAS:

1. RANURA DE SUJETADO DE BROCHE EN LA PARTE FRONTAL DE LA TAPA SUPERIOR DE LA CARCASA.
2. BROCHE SUETADOR DE POLIPROPILENO PARA SELLADO HERMÉTICO DE LA CARCASA.
3. BISAGRA INTEGRAL EN LA TAPA INFERIOR.
4. SUB SISTEMA DE CIERRE HERMÉTICO EN LA CARCASA PARA TAPA INFERIOR.
5. AUMENTA CON EL ÁNGULO.
6. TAPA SUPERIOR DE CARCASA DE POLIPROPILENO ALTA DENSIDAD.
7. EMPAQUE SUPERIOR DE NEOPRENO DE Ø 5mm DE ESPESOR.
8. BISAGRA INTEGRAL EN LA TAPA SUPERIOR.



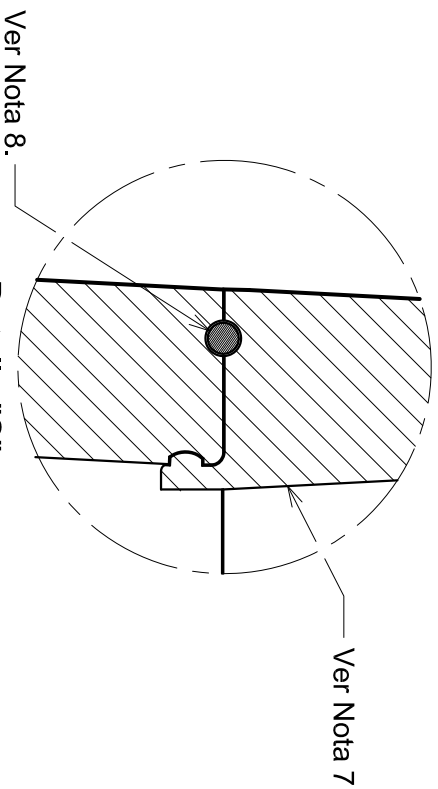
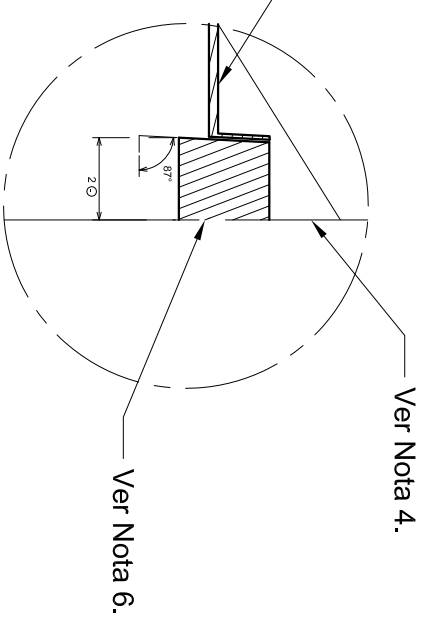
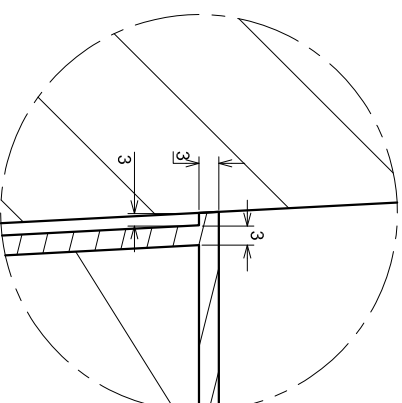
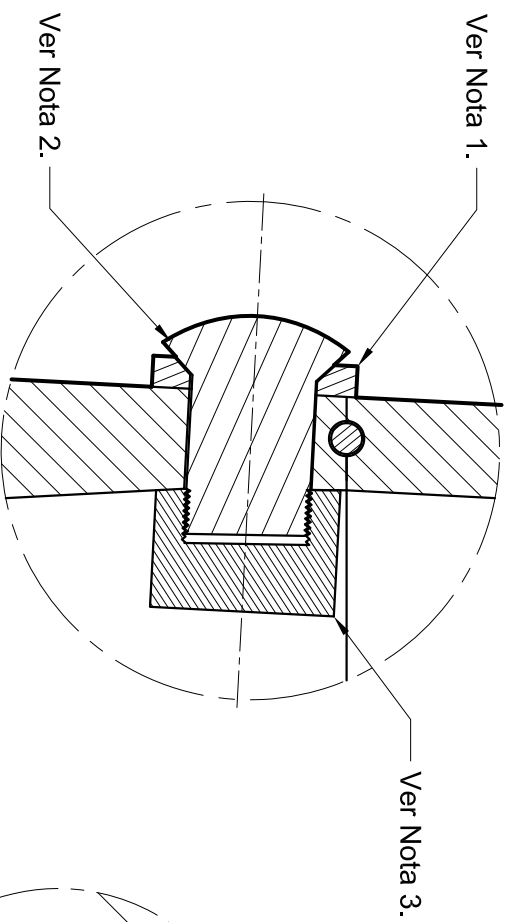
UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
POSGRADO

Nombre. Juan Ricardo Lopez Duran

"SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN  
DE ORGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE"

"DETALLES 2"

Rev.	Mtro. Gerardo R. Linares C.	Esc.:	"INDICADA"	No. STCT 005
Ref.	5 de 19	Acot.:	mm.	
Fecha.	20 de Marzo de 2017.			





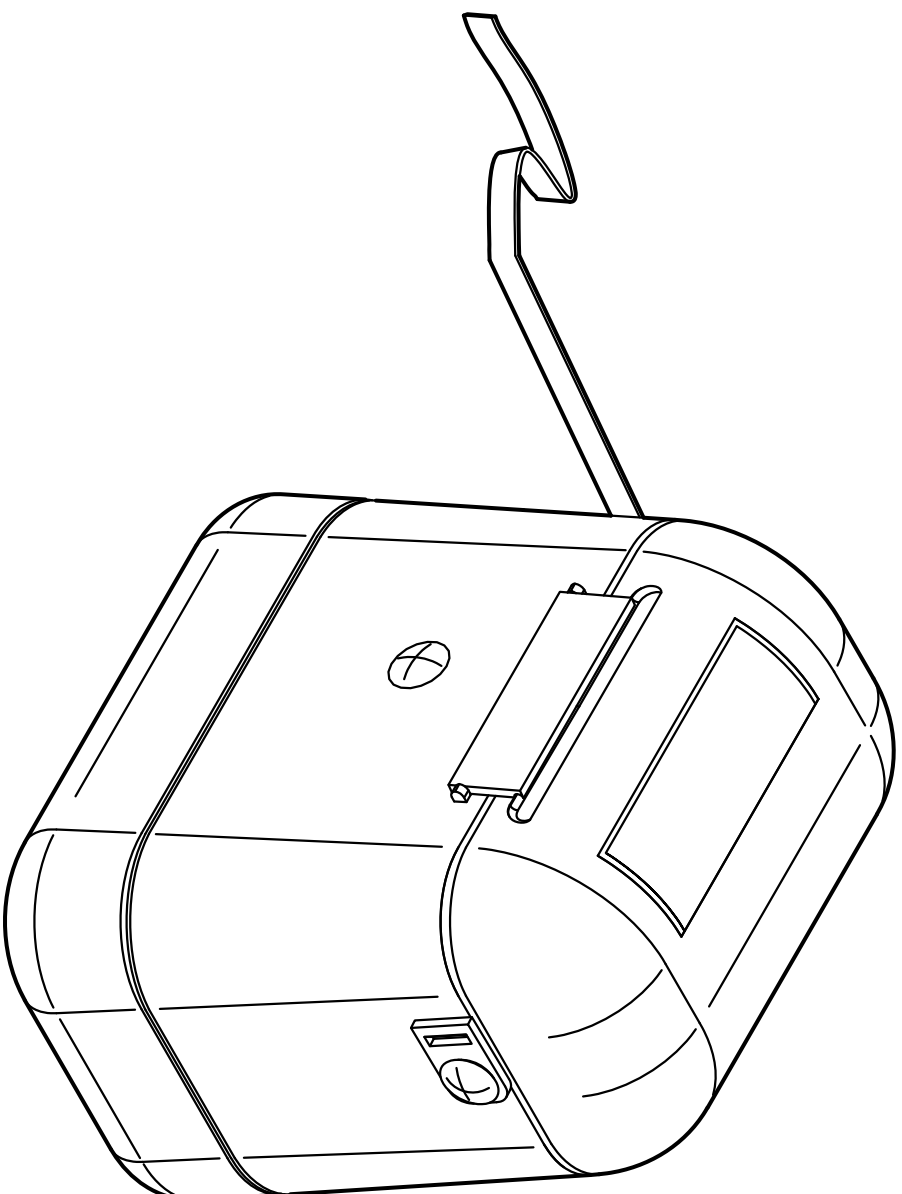
Detalle "R"  
ESC. 5:1

Detalle "R"  
ESC. 5:1

NOTAS:

1. SOPORTE PLACA DE ALUMINIO DE 5 mm. de ESPESOR ACABADO NEGRO PINTURA ELECTROSTATICA.
2. PERNO MACHO DE ALUMINIO DE Ø 25/32" CUERDA ESTANDAR.
3. PERNO UNION HEMBRA DE CUERDA INTERIOR DE Ø 25/32" STANDAR.
4. GEL REFRIGERANTE.
5. RECEPTACULO DE ÓRGANOS RENALES DE POLIPROPILENO DE 3 mm. DE ESPESOR.
6. TAPON DE RECEPTACULO DE ÓRGANOS RENALES DE POLIPROPILENO DE 3 mm. DE ESPESOR.
7. CARCASA DE POLIPROPILENO ALTA DENSIDAD CON CIERRE HERMETICO EN LA PARTE INFERIOR.
8. EMPAQUE INFERIOR DE NEOPRENO DE Ø 5 mm. DE ESPESOR.

		UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA POSGRADO			
Rev.		Nombre. Juan Ricardo Lopez Duran			
Mtro. Gerardo R. Linares C.		"SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ORGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE"			
Ref.				"DETALLES 3"	
6 de 19					
Esc.:		"INDICADA"			
Acot.:		mm.			
Fecha. 20 de Marzo de 2017.		No. STCT 006			
					



UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
POSGRADO  
AZCAPOTZALCO

Nombre. Juan Ricardo Lopez Duran

"SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN  
DE ORGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE"

"ISOMÉTRICO"

Rev.  
Mtro. Gerardo R. Linares C.

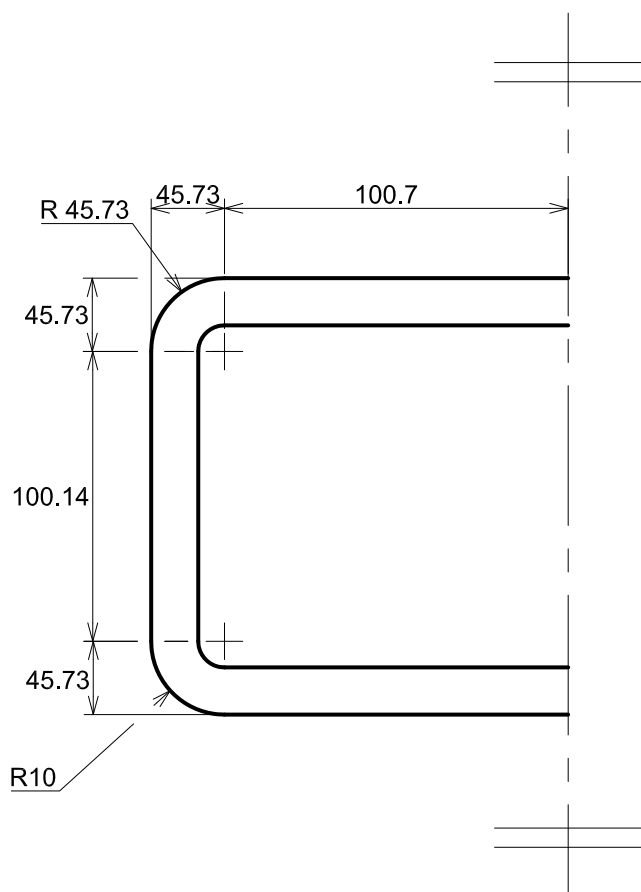
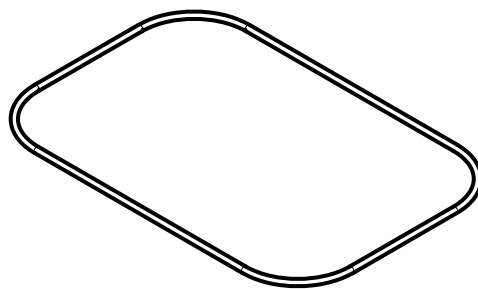
Ref.  
7 de 19

Fecha.  
20 de Marzo de 2017.

Esc.:  
1:2

Acot.:  
mm.

No. STCT 007



**NOTAS:**

1. Material. Neopreno de 5 mm. de espesor.

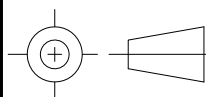


UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
POSGRADO

Nombre. Juan Ricardo Lopez Duran

"SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN  
DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE"

"EMPAQUE SUPERIOR"



Rev.  
Mtro. Gerardo R. Linares C.

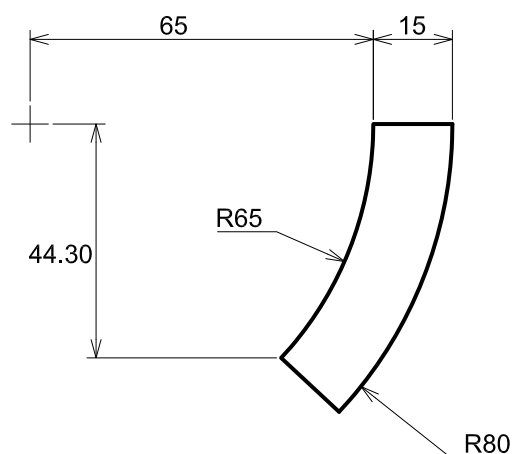
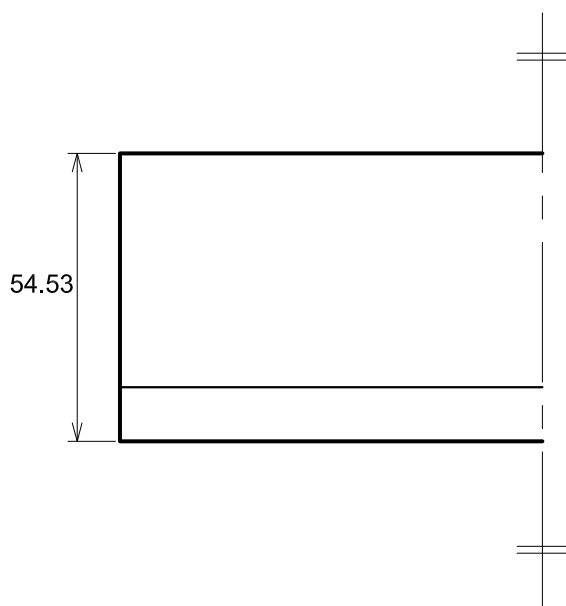
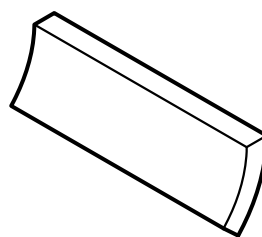
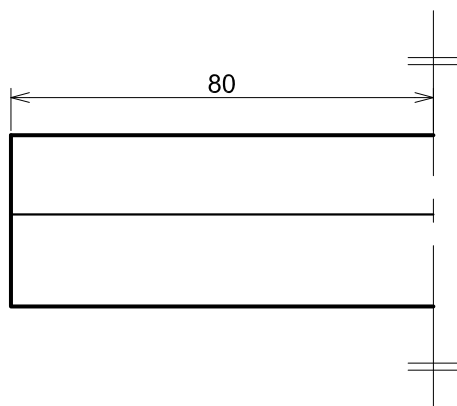
Ref.  
8 de 19

Fecha.  
20 de Marzo de 2017.

Esc.:  
1:2

Acot.:  
mm.

**No. STCT 008**



NOTAS:  
1.Material. Acrílico Transparente.

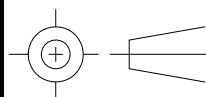


UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
POSGRADO

Nombre. Juan Ricardo Lopez Duran

"SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN  
DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE"

"MIRILLA"



Rev.  
Mtro. Gerardo R. Linares C.

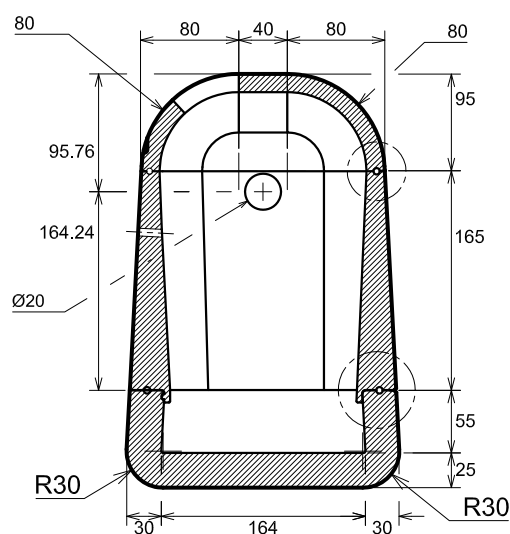
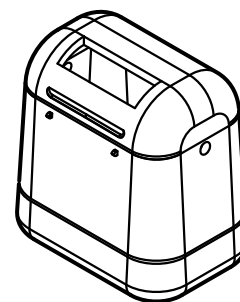
Ref.  
9 de 19

Fecha.  
20 de Marzo de 2017.

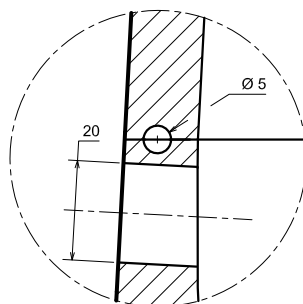
Esc.:  
1:5

Acot.:  
mm.

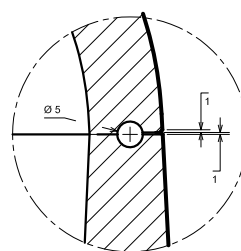
No. STCT 009



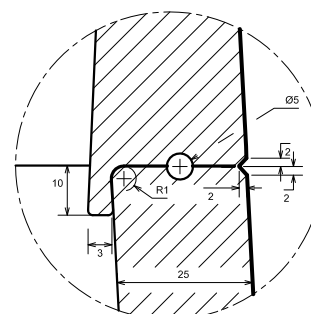
CORTE B - B



Detalle "Y"  
 Esc. 3:1



Detalle "W"  
Esc. 3:1



Detalle "X"  
 Esc. 4:1

NOTAS:  
1. Material. Polipropileno.

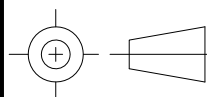


UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
POSGRADO

Nombre. Juan Ricardo Lopez Duran

**"SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN  
DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE"**

"CARCASA"



Rev. Mtro. Gerardo R. Linares C.

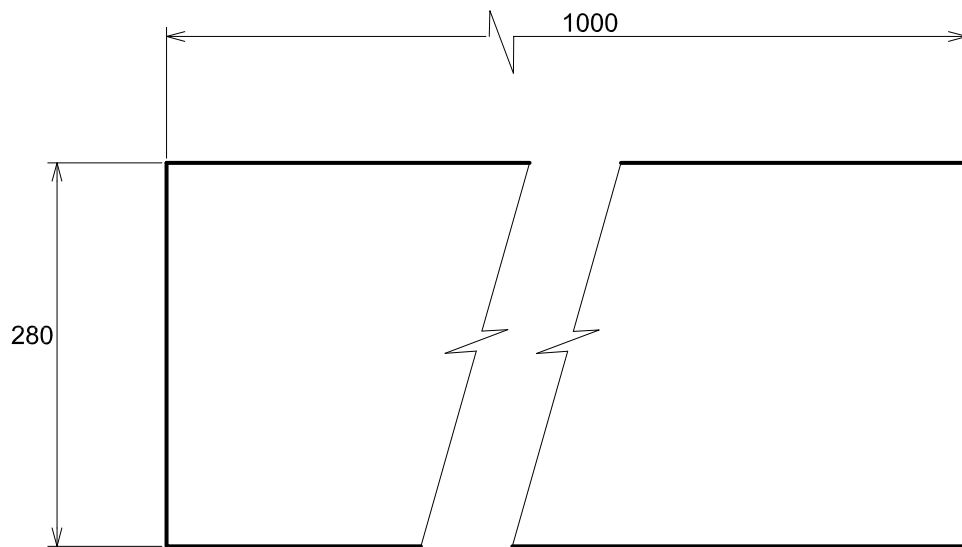
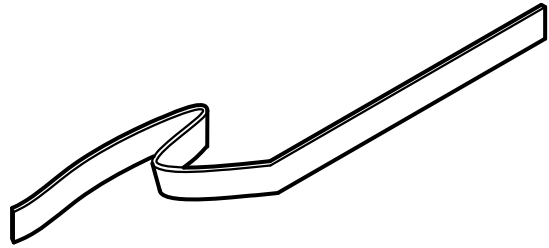
Ref. 10 de 19

Esc.: 3:1

Fecha.  
20 de Marzo de 2017.

Acot.: mm.

No. STCT 010



NOTAS:  
1.Material. Textil Nomex.

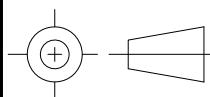


UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
POSGRADO

Nombre. Juan Ricardo Lopez Duran

"SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN  
DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE"

"CINTURÓN"



Rev.  
Mtro. Gerardo R. Linares C.

Ref.  
11 de 19

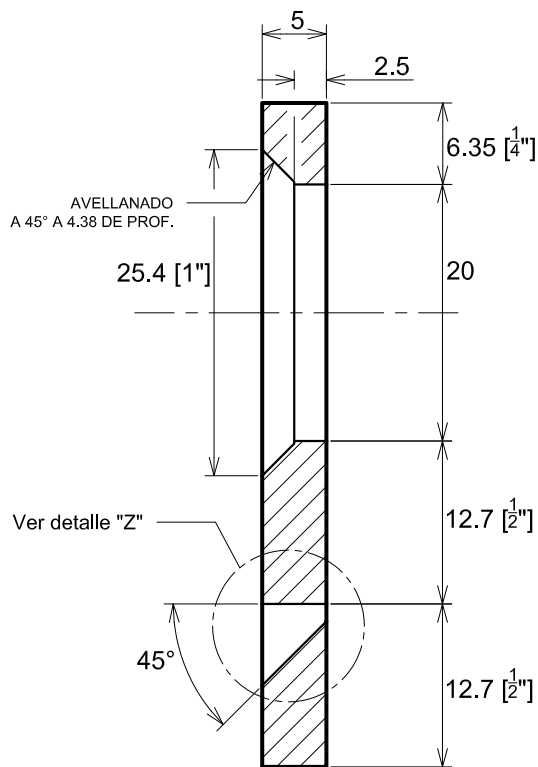
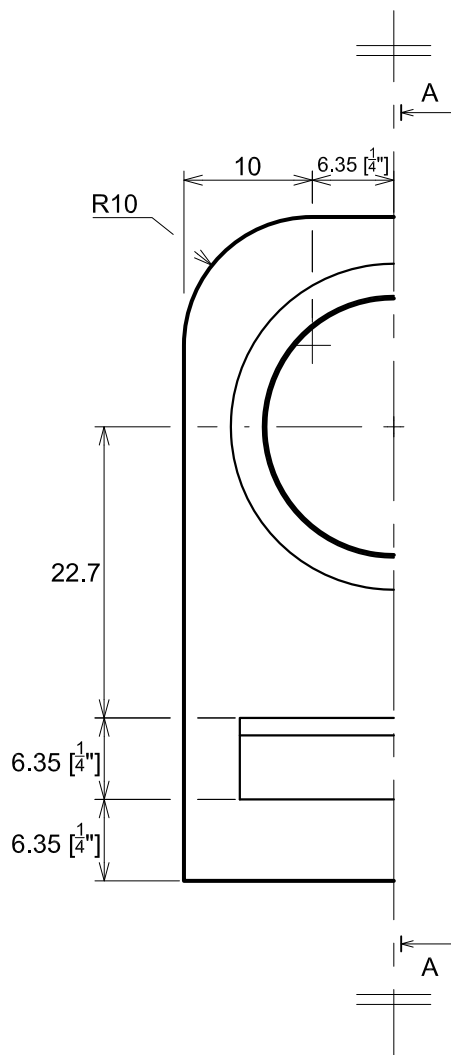
Fecha.  
20 de Marzo de 2017.

Esc.:  
3:1

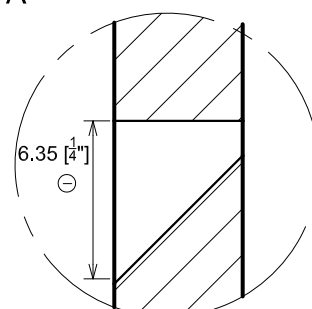
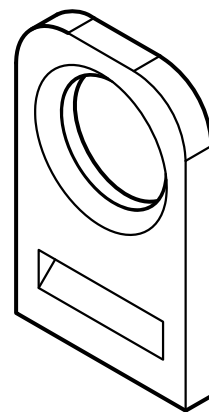
Acot.:  
mm.

No. STCT 011





CORTE A - A



Detalle "Z"  
Esc. 2:1

NOTAS:  
1.Material. Aluminio.

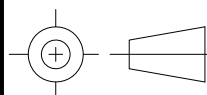


UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
POSGRADO

Nombre. Juan Ricardo Lopez Duran

"SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN  
DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE"

"SOPORTE PLACA"



Rev.  
Mtro. Gerardo R. Linares C.

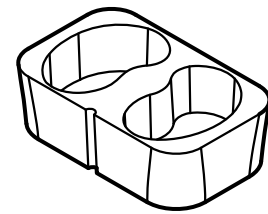
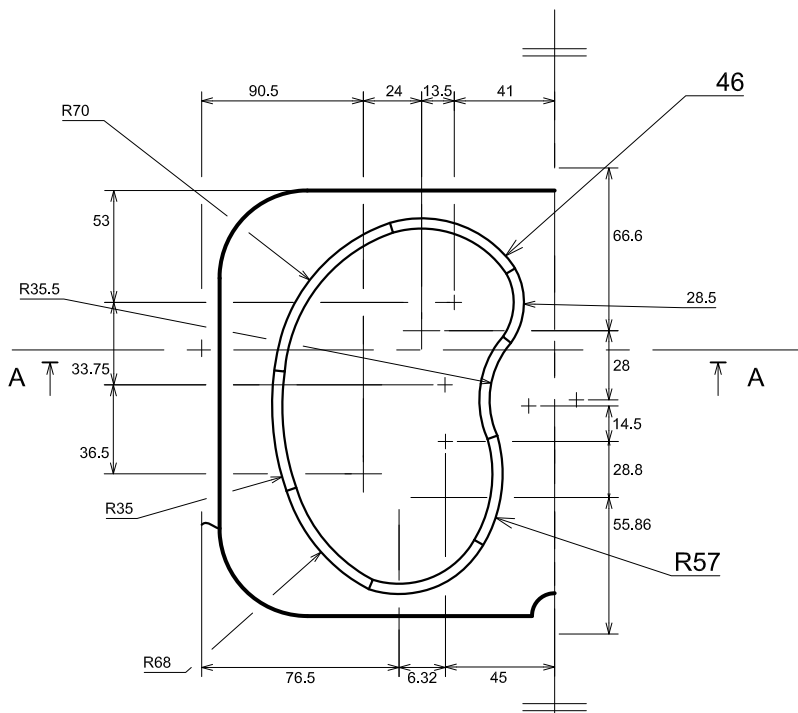
Ref.  
12 de 19

Fecha.  
20 de Marzo de 2017.

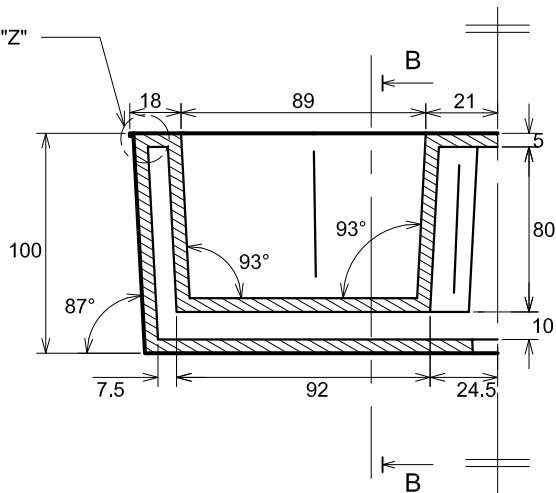
Esc.:  
2:1

Acot.:  
mm./Pulg.

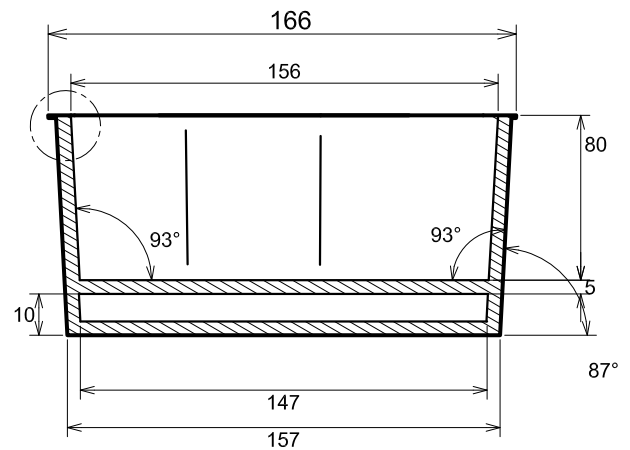
No. STCT 012



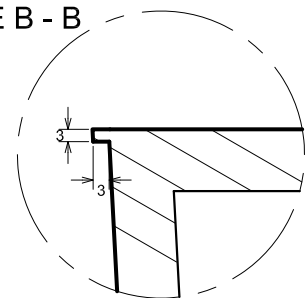
Ver Detalle "Z"



CORTE A - A



CORTE B - B



"DETALLE "Z"  
Esc. 5:1

NOTAS:

1. Material. Polipileno alta densidad.

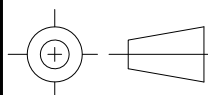


UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
POSGRADO

Nombre. Juan Ricardo Lopez Duran

"SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN  
DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE"

"RECEPTACULO"



Rev.  
Mtro. Gerardo R. Linares C.

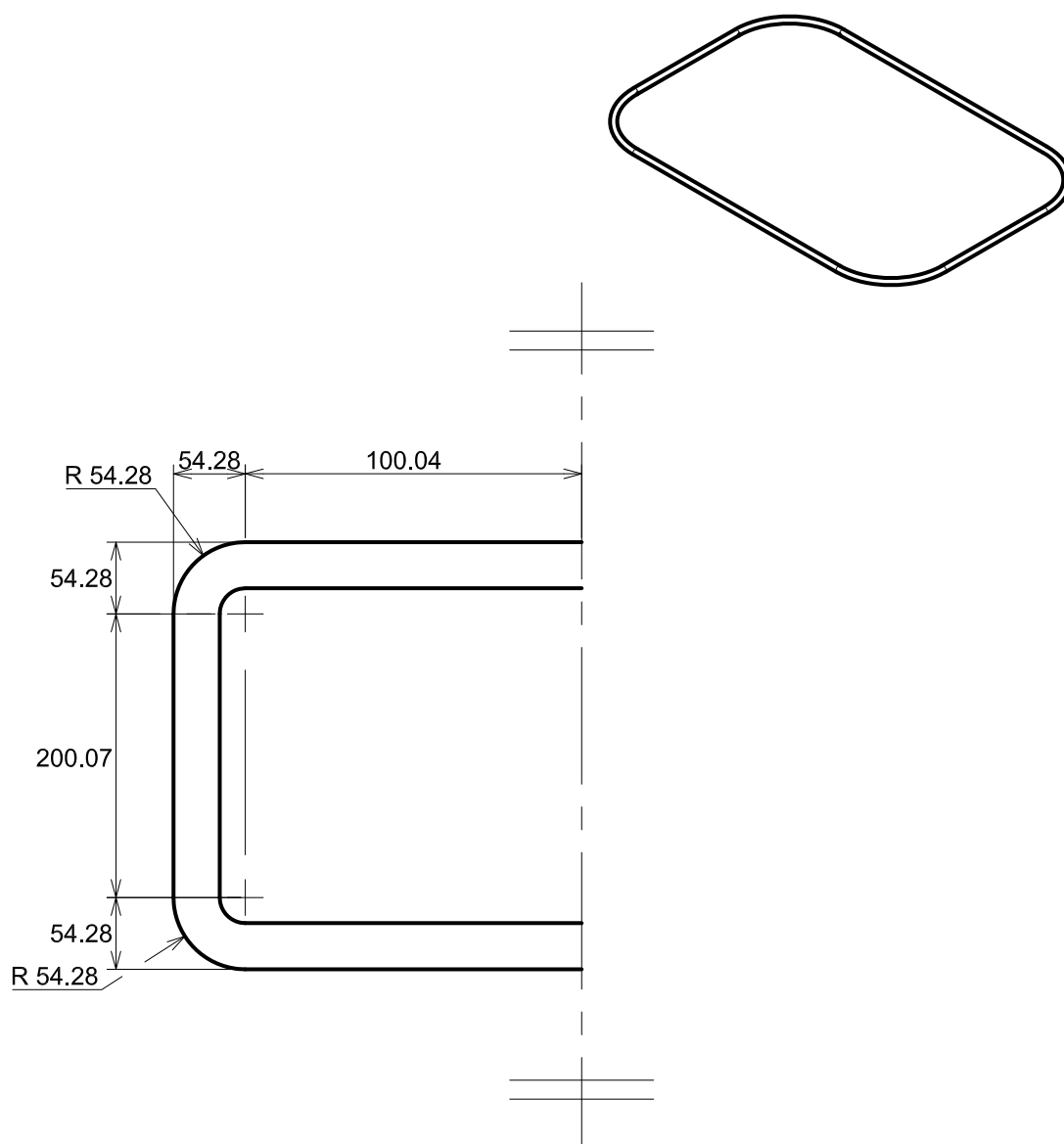
Ref.  
13 de 19

Fecha.  
20 de Marzo de 2017.

Esc.:  
1:3

Acot.:  
mm.

No. STCT 013



**NOTAS:**

1. Material. Neopreno de 5 mm. de espesor.

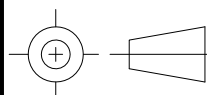


UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
POSGRADO

Nombre. Juan Ricardo Lopez Duran

"SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN  
DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE"

"EMPAQUE INFERIOR"



Rev.  
Mtro. Gerardo R. Linares C.

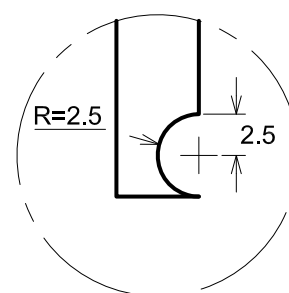
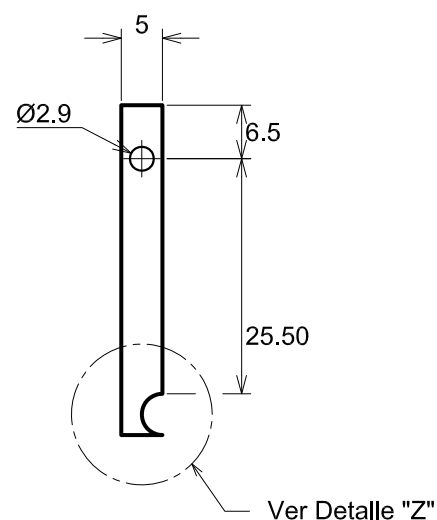
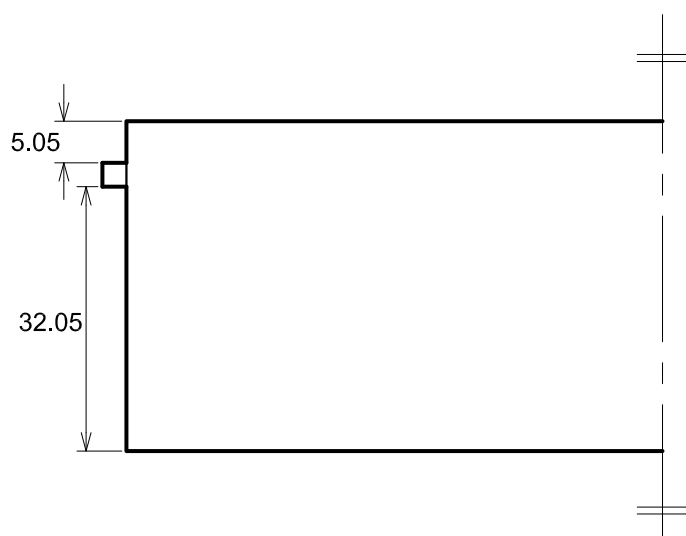
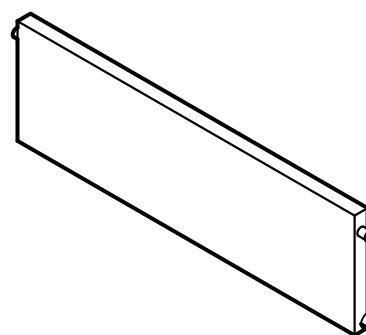
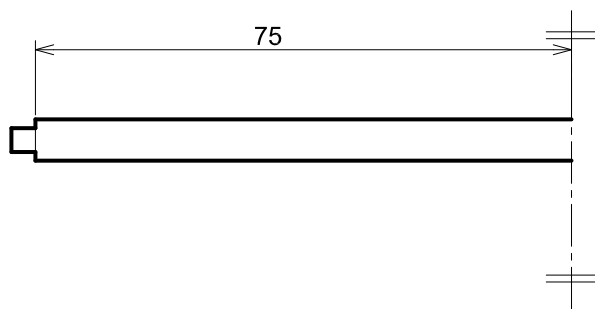
Ref.  
14 de 19

Fecha.  
20 de Marzo de 2017.

Esc.:  
1:2

Acot.:  
mm.

**No. STCT 014**



Detalle "Z"  
Esc. 2:1

NOTAS:  
1.Material.Polipropileno.

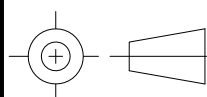


UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
POSGRADO

Nombre. Juan Ricardo Lopez Duran

"SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN  
DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE"

"BROCHE SUJETADOR"



Rev.  
Mtro. Gerardo R. Linares C.

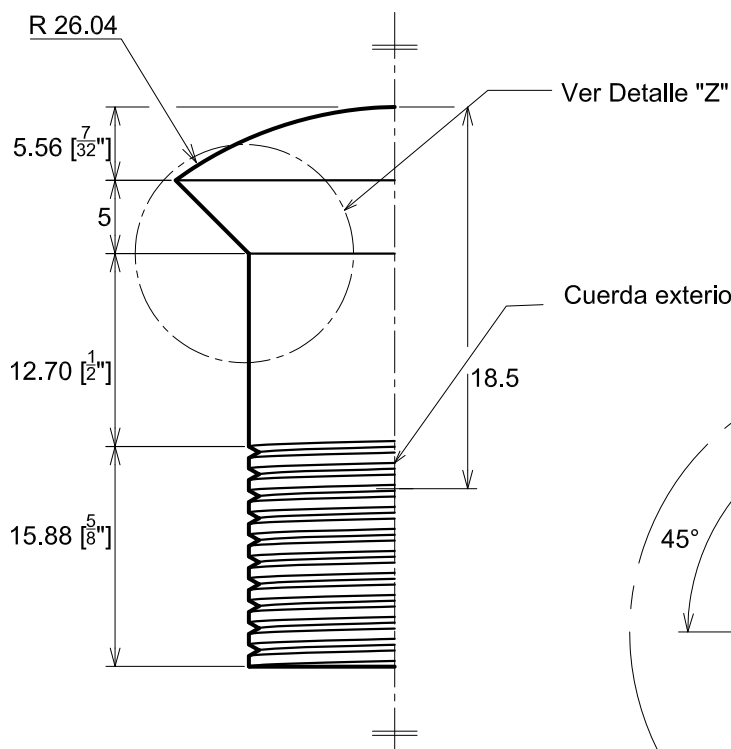
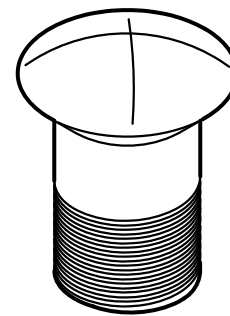
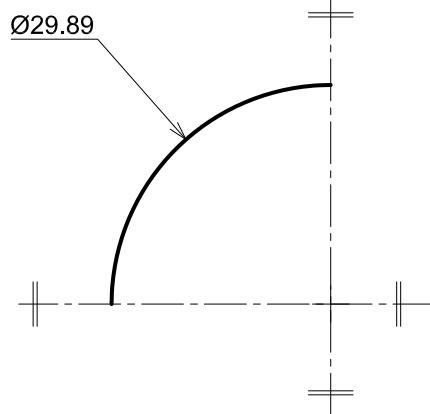
Ref.  
15 de 19

Fecha.  
20 de Marzo de 2017.

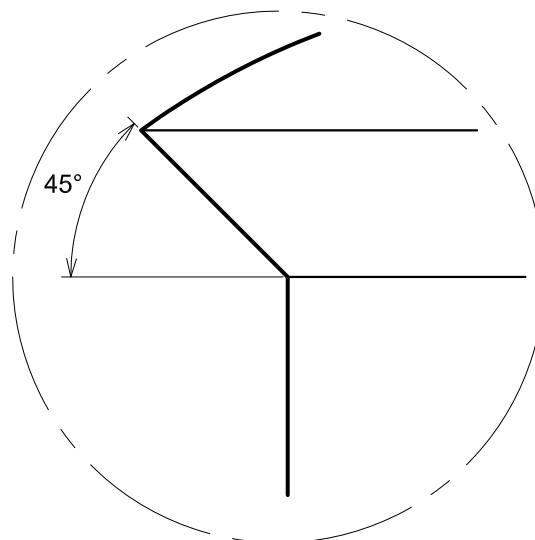
Esc.:  
3:1

Acot.:  
mm.

No. STCT 015



Cuerda exterior estandar de 19.84 [25/32"]



DETALLE "Z"  
ESC: 2:1

NOTAS:  
1.Material. Aluminio.

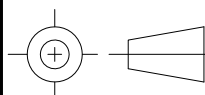


UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
POSGRADO

Nombre. Juan Ricardo Lopez Duran

"SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN  
DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE"

"PERNO UNION MACHO"



Rev.  
Mtro. Gerardo R. Linares C.

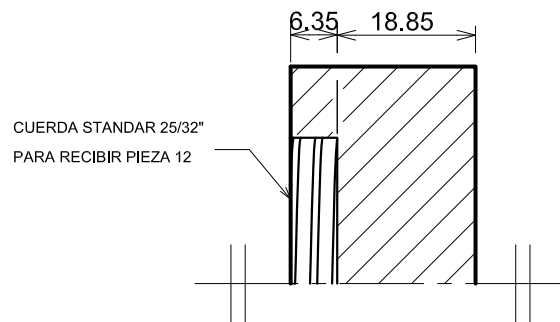
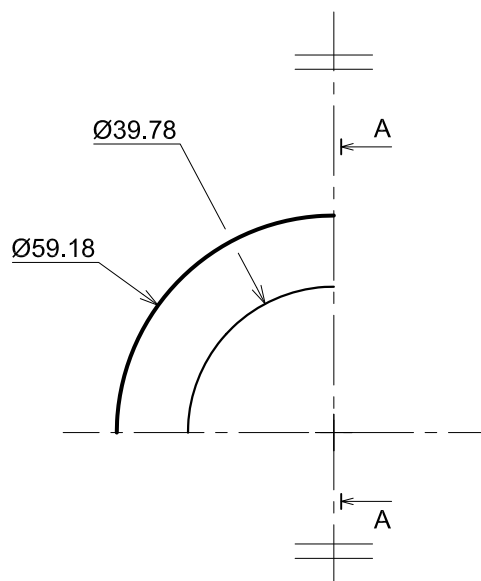
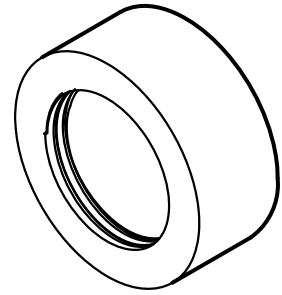
Ref.  
16 de 19

Fecha.  
20 de Marzo de 2017.

Esc.:  
2:1

Acot.:  
mm./Pulg.

No. STCT 016



CORTE A - A

NOTAS:  
1.Material. Aluminio.

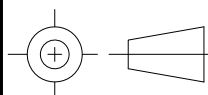


UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
POSGRADO

Nombre. Juan Ricardo Lopez Duran

"SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN  
DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE"

"PERNO UNION HEMBRA"



Rev.  
Mtro. Gerardo R. Linares C.

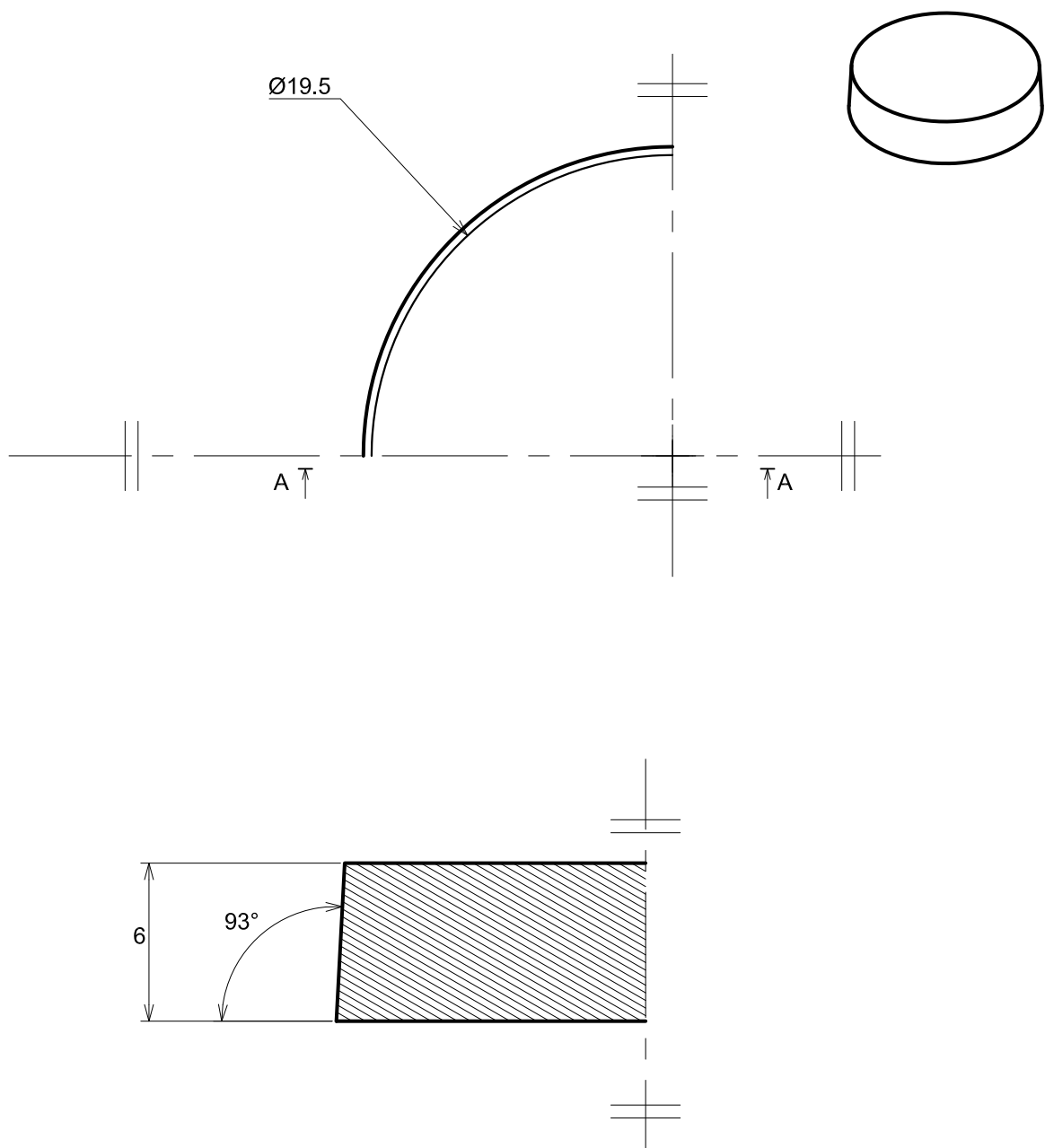
Ref.  
17 de 19

Fecha.  
20 de Marzo de 2017.

Esc.:  
3:1

Acot.:  
mm.

No. STCT 017



NOTAS:  
1.Material. Polipropileno alta densidad.

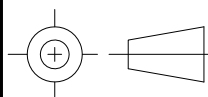


UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
POSGRADO

Nombre. Juan Ricardo Lopez Duran

"SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN  
DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE"

"TAPON DE RECPTACULO"



Rev.  
Mtro. Gerardo R. Linares C.

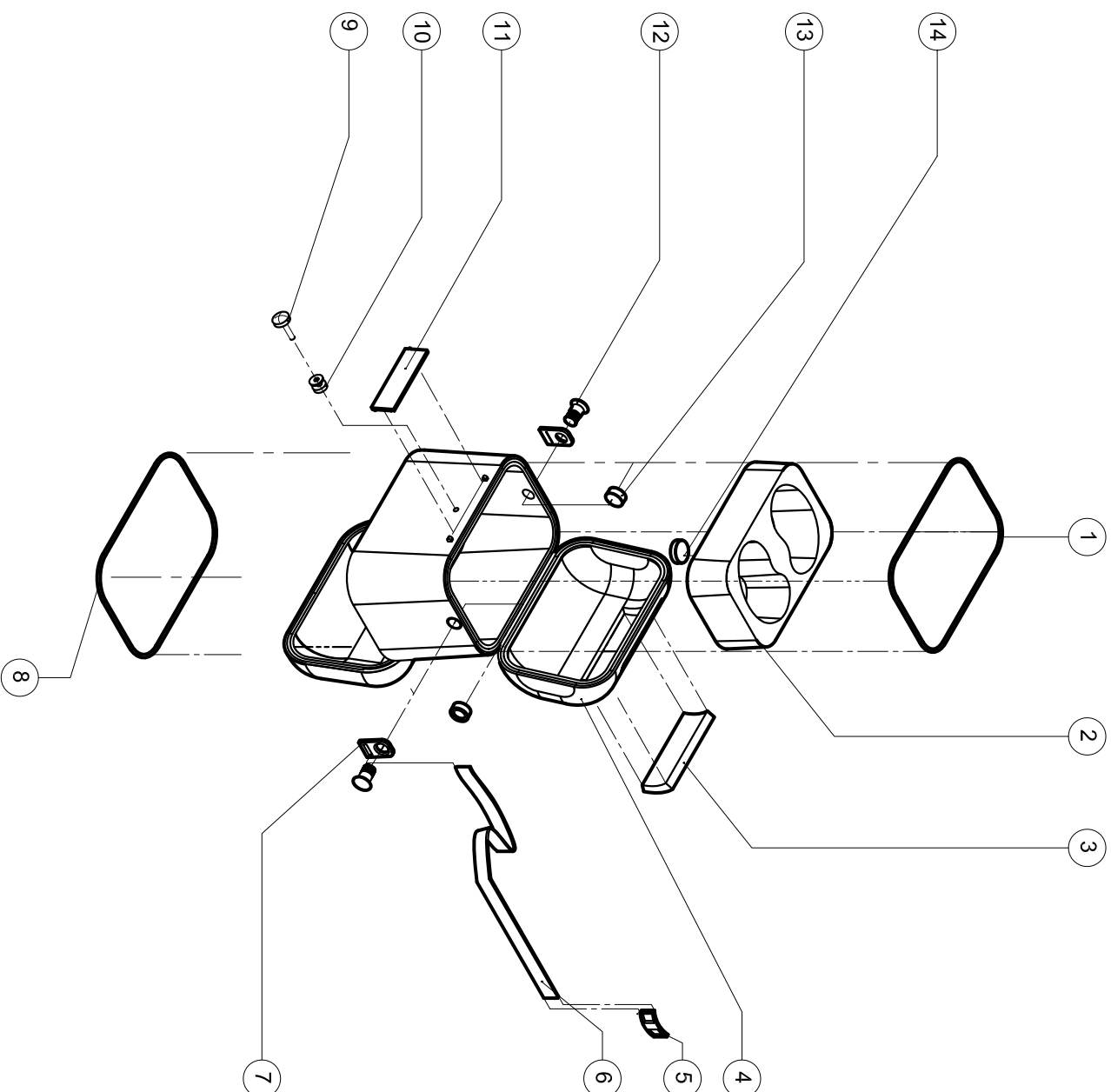
Ref.  
18 de 19

Fecha.  
20 de Marzo de 2017.

Esc.:  
3:1

Acot.:  
mm.

No. STCT 018



14	2	Tapón de Rectáculo.	Polipropileno.	Se une a pieza 2 por remos sellados.
13	2	Perno Unión Hembra.	Aluminio.	Unión con la pieza 13 por medio de cuenta estándar 250GZ.
12	2	Perno Unión Macho.	Aluminio.	Unión con la pieza 14 por medio de cuenta estándar 250GZ.
11	1	Broche.	Polipropileno.	Se sujeta a pieza 4 a presión y a la tapa superior.
10	1	Empaque	Neopreno Grammet.	Entra en pieza 4 a presión para sujetar pieza 9.
9	1	Termómetro Analógico Clásico.	Varios.	Entra en pieza 10 a presión.
8	1	Empaque Inferior.	Neopreno.	Entra en pieza 4 a presión.
7	2	Soporte Placa.	Aluminio.	Se sujeta a las piezas 13, 14 y 4.
6	1	Cinturón.	Textil Nomex	Colocarlo junto a pieza 5.
5	1	Arnés.	Aluminio.	Colocarlo junto a pieza 6.
4	1	Carcasa.	Polipropileno.	Señal fabricado por rotomoldeo.
3	1	Malla.	Acido Transparente de 50 mic de espesor.	Entra en pieza 4 a presión.
2	1	Receptáculo.	Plástico con 1 Kg. de cil antipánico.	Entra en pieza 4 a presión.
1	1	Empaque Superior.	Neopreno.	Entra en pieza 4 a presión.
No.	Cantidad.	Designación.	Material.	Observaciones
3				
2				
1				
No.	Modificación.	Fecha.	Aprobo.	
<div> <div> <p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA POSGRADO</p> </div> <div> <p>Nombre: Juan Ricardo Lopez Duran</p> <p>"SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE"</p> <p>"EXPLORATIVO"</p> </div> </div>				
Rev.	Mtro. Gerardo R. Linares C.	Eco.:	13	No. STCT 019
Ref.	19 de 19	Acot.:	mm.	
Fecha.	20 de Marzo de 2017.			



#### **6.4 COMPONENTES DEL SISTEMA.**

La propuesta de diseño se basa en un contenedor de polipropileno alta densidad que aísla perfectamente la temperatura al interior del mismo del medio ambiente tanto por sus paredes gruesas como los sistemas de cierre en los dos extremos superior y exterior, teniendo con ello la hermeticidad requerida para evitar fugas de temperatura en el interior del sistema, así como también aunado a esto la carcasa del sistema esta propuesta de polipropileno alta densidad resistente a posibles golpes y caídas que pueda sufrir durante el traslado.

El sistema portátil de transportación y conservación de órganos renales para trasplante se basa en una manera innovadora de mantener la temperatura con un receptáculo de polipropileno de 3 mm de espesor hueco en el cual esta relleno de gel Refrigerante el cual mantiene la temperatura entre 4° a 6° centígrados, que se congela previamente 12 a 16 horas antes de ser utilizado y para evitar fugas del mismo, tiene un sistema de cierre por medio de un tapón de polipropileno el cual es termo sellado.

Este receptáculo cuenta con forma ergonómica del órgano renal humano ya sea para órganos renales izquierdos o derechos, con una capacidad máxima de dos, preparados previamente en quirófano.

Cuenta con una tapa superior, la cual es abatible hacia arriba con un mecanismo de tipo bisagra que es integral en el sistema, contiene una mirilla transparente para poder ver el contenido al interior del sistema y un termómetro en la parte frontal para verificar la temperatura al interior del mismo. Tiene un sistema de aseguramiento en la parte frontal de la carcasa, asegurando con esto el cierre del sistema.

Lleva tanto en la tapa inferior como en la tapa superior un empaque de polietileno el cual asegura de manera eficaz y segura su cierre hermético, esto para evitar posible fuga de temperatura e introducción de agentes externos contaminantes hacia los órganos renales humanos.

El sistema de portabilidad está compuesto por una placa de aluminio, la cual está unida a la carcasa por un sistema de fijación de dos componentes uno hembra que va al interior

y uno macho que va al exterior, estos aprisionada a este y la sujetan de manera segura; y en cinturón el cual ayuda de sobremanera de dicho fin.

Cuenta con un habitáculo en la parte inferior para guantes, para ser usados en caso de ser requeridos para la posible manipulación de los riñones en caso de ser requerido.

A continuación se presentan los diferentes análisis tanto de uso, función, ergonómicos, y antropométricos de la propuesta de diseño mostrando a detalle el **“Sistema Portátil de Transportación y Conservación de Órganos renales humanos para trasplante”** para su mejor comprensión y visualización.

## 6.5 ANÁLISIS DE USO

### SECUENCIA DE USO

1



Imagen 81. **Abatimiento de la tapa inferior.**

Se abre la tapa inferior para que el sistema tenga estabilidad durante el proceso de almacenamiento de los órganos renales y se le quita el broche que está ubicado en la parte frontal.

2



Imagen 82. **Abatimiento de la tapa superior.**

Se levanta la tapa superior para poder acceder a los órganos renales.

3



Imagen 83. **Introducción de los órganos renales.**

Se introducen los órganos renales al sistema en los receptáculos de espuma de poliuretano.



Imagen 84. **Órganos renales almacenados en el sistema.**

**4**



Imagen 85. **Cierre de la tapa superior.**

Una vez introducidos los órganos renales se cierra la tapa superior y se cierra con el broche.



Imagen 87. **Disposición del sistema.**

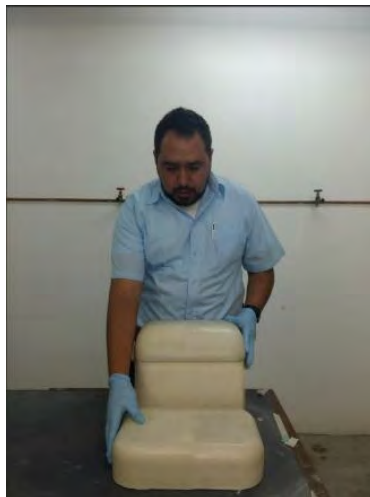


Imagen 86. **Cierre de la tapa inferior.**

Y se cierra la tapa inferior.



Imagen 88. **Sistema cerrado y listo para trasladarse.**

## 6.6 ANÁLISIS DE FUNCIÓN.

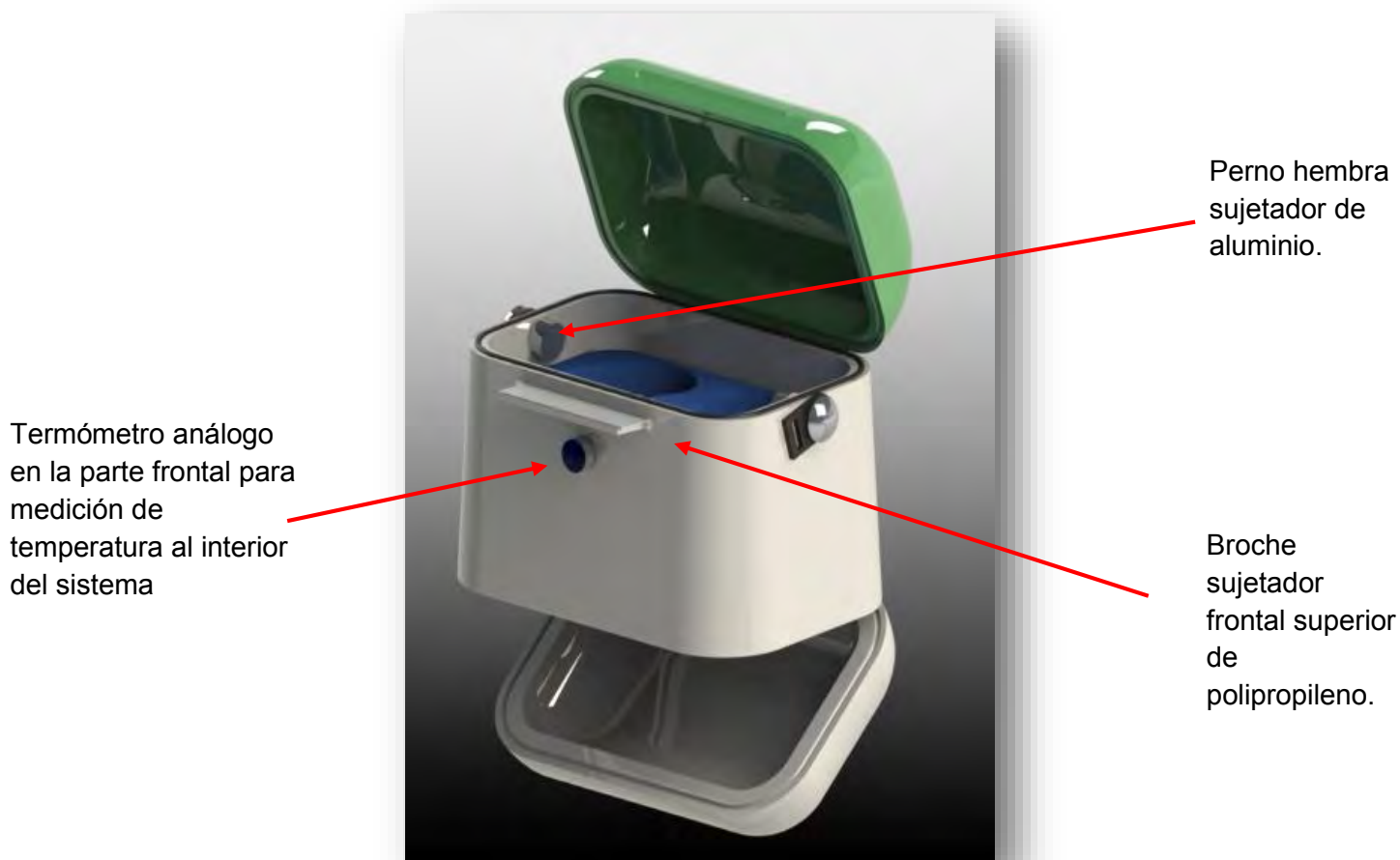


Imagen 89. **Función sistema 1.**

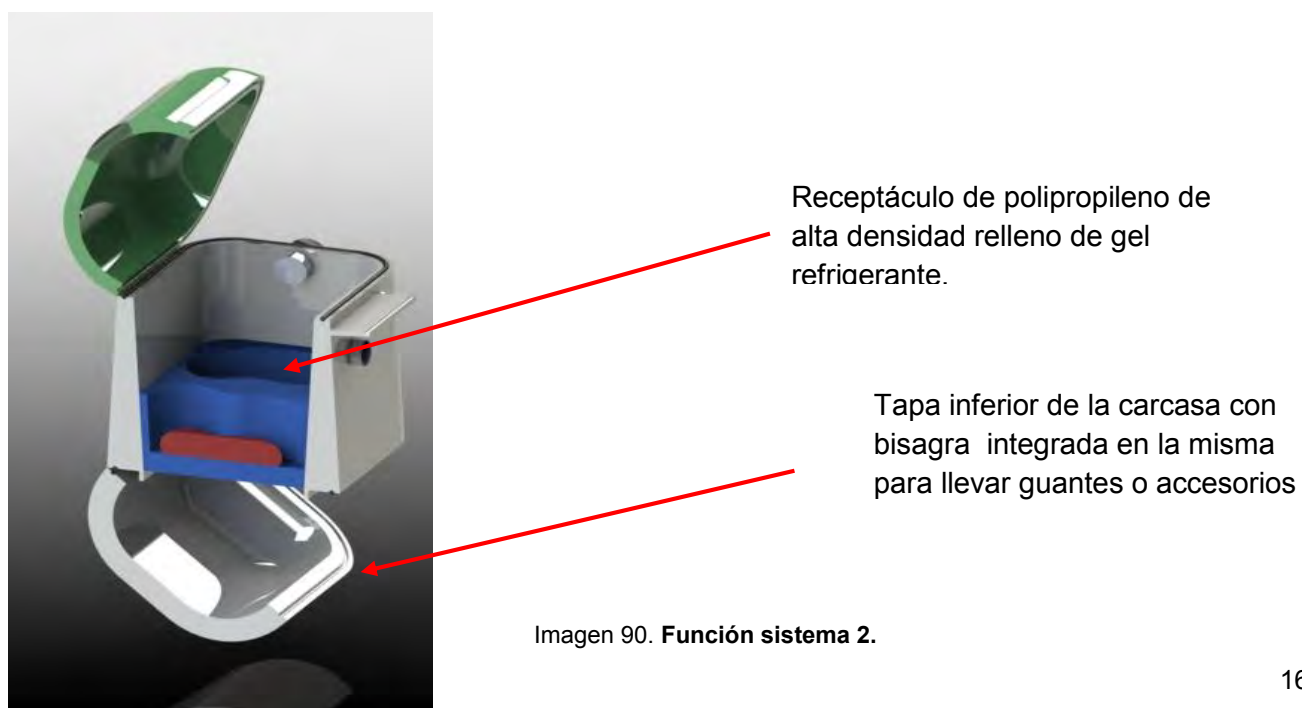
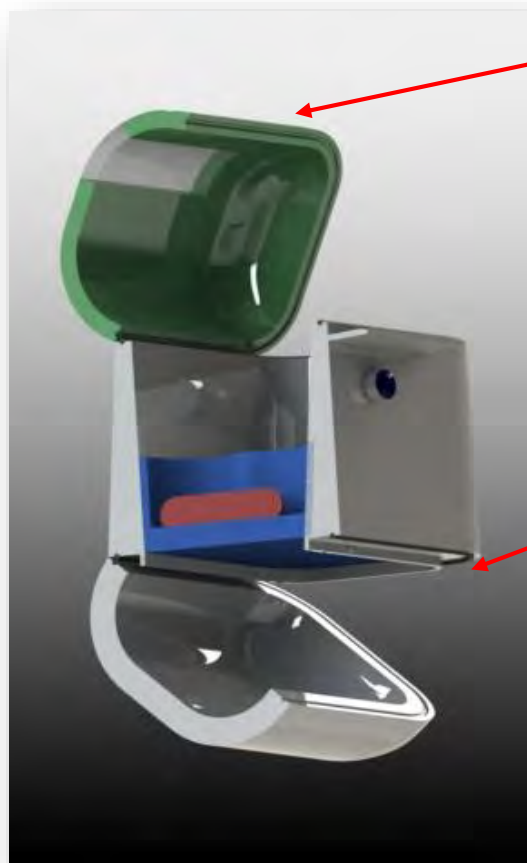


Imagen 90. **Función sistema 2.**



Tapa superior con mirilla integrada.

Cierre hermético con empaque de neopreno, para evitar fugas de temperatura al interior del sistema.

Imagen 91. **Función sistema 3.**

Bisagra integral en carcasa en la tapa superior

Perno macho sujetador y placa sujetadora de cinturón de aluminio.



Imagen 92. **Función sistema 4.**

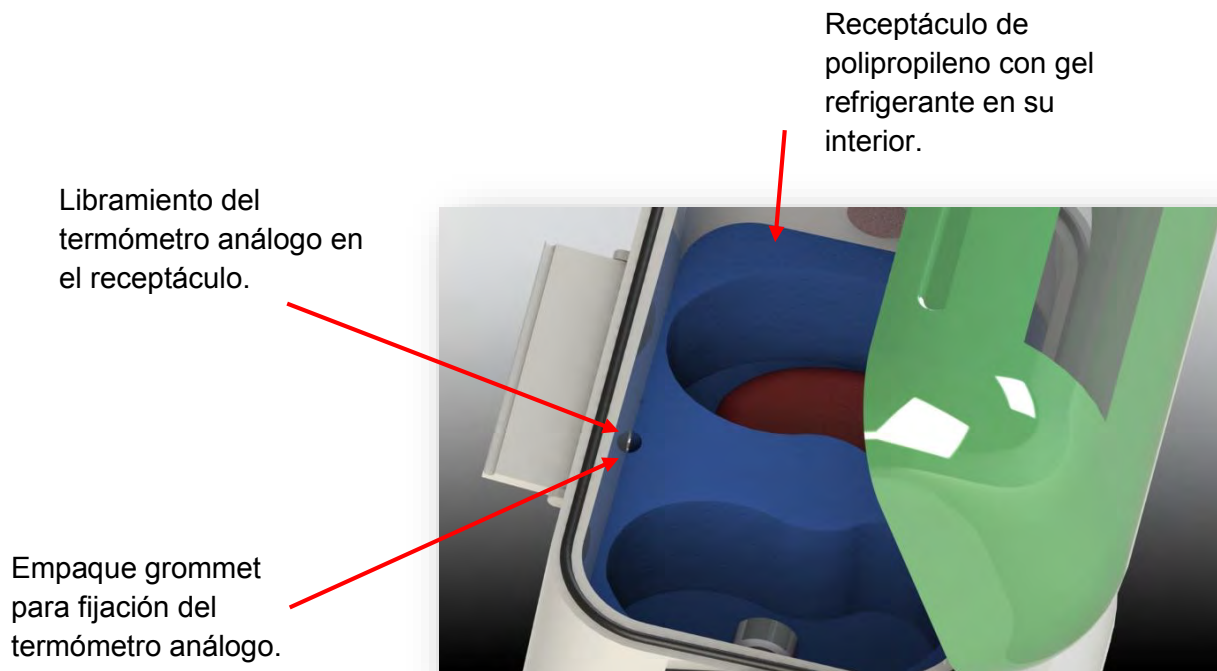


Imagen 93. **Función sistema 5.**

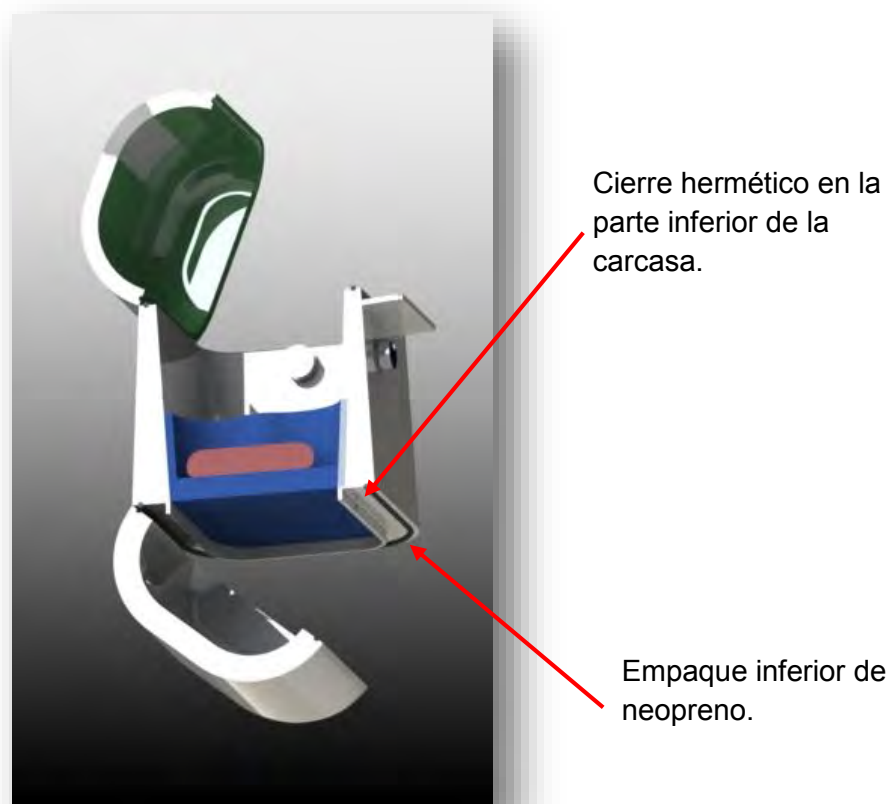


Imagen 94. **Función sistema 6.**



## 6.7 ANÁLISIS ERGONÓMICO

### SECUENCIA ERGONÓMICA.



Imagen 95. **Perspectiva del uso del sistema en posición lateral**



Imagen 96. **Vista lateral del uso del sistema en posición lateral**



Imagen 97. **Vista frontal con el sistema en posición lateral cinturón transverso.**

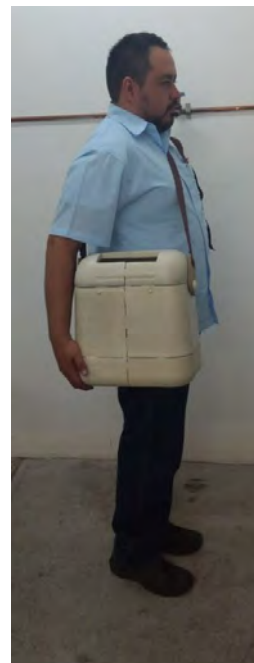


Imagen 98. **Vista lateral con el sistema en posición lateral y cinturón transverso.**



### 6.7.1 RANGO DE VISIÓN DEL SISTEMA.



Imagen 99. **Vista lateral con el sistema en posición lateral y cinturón transverso.**

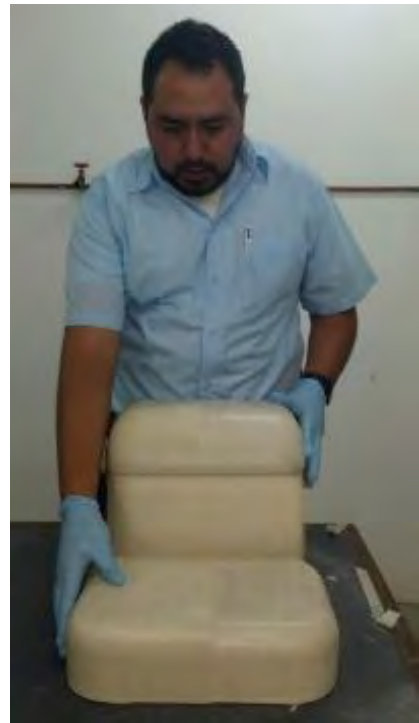


Imagen 100. **Vista frontal con el sistema en posición lateral cinturón transverso.**

### 6.7.2 DIFERENTES POSICIONES DEL SISTEMA



Imagen 101. **Vista frontal con el sistema en posición lateral cinturón transverso.**



Imagen 102. **Vista frontal con el sistema en posición lateral cinturón transverso.**



Imagen 103. **Vista frontal con el sistema en posición lateral cinturón transverso.**



Imagen 104. **Vista frontal con el sistema en posición lateral cinturón transverso.**

Los análisis ergonómicos y las diferentes posiciones en que se puede maniobrar y trasladar el **sistema de transportación y conservación de órganos renales humanos para trasplante** antes mostrados muestran los rangos de visión tanto lateral y frontal y las alturas con respecto al cuerpo humanos los cuales son idóneos de acuerdo a la población nacional que llevara el mismo, que serán médicos de tanto hombres como mujeres que se dedican a trasladar órganos de este tipo.

A continuación se muestra un análisis antropométrico de las personas que se encararan de llevar el sistema.

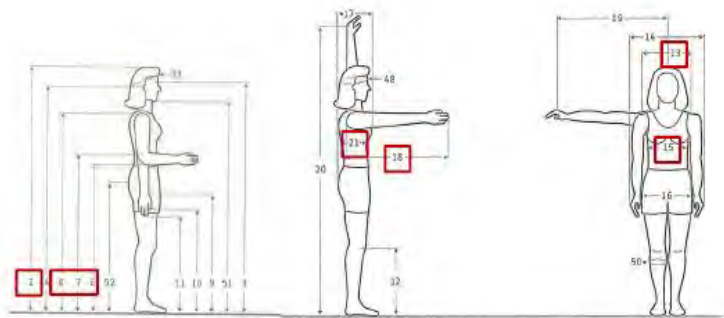
6.8 ANÁLISIS ANTROPOMÉTRICO.

Para el análisis antropométrico se ha definido a usuarios a mujeres y hombres latinoamericanos de 18 a 65 años de edad con características antropométricas que se muestran en la tabla 30 y se indican en las imágenes 85 y 86.

No. referencial en gráficos.	Dimensiones	Fig.	Mujeres	Hombres
1	Peso (Kg)	25	64.0	73.0
2	Estatura (mm)	25	1,567	1,675
6	Altura de hombro (mm)	25	1,291	1,380
7	Altura codo (mm)	25	1,004	1,068
8	Altura codo flexionado (mm)	25	959	969
13	Diámetro máximo bideitoideo (mm)	25	364	478
15	Diámetro transversal tórax (mm)	25	314	342
18	Alcance brazo frontal (mm)	25	686	748
21	Profundidad tórax (mm)	25	267	238
39	Longitud mano (mm)	26	171	171
41	Anchura mano (mm)	26	93	93

NOTA: La numeración indicada en los gráficos es referencia para identificar las dimensiones

Tabla 31. **Tabla de dimensiones Antropométricas.** Fuente: Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana.



NOTA: la numeración indicada en los gráficos es referencia para identificar las dimensiones antropométricas de la figura 85 indicadas en la tabla 29.

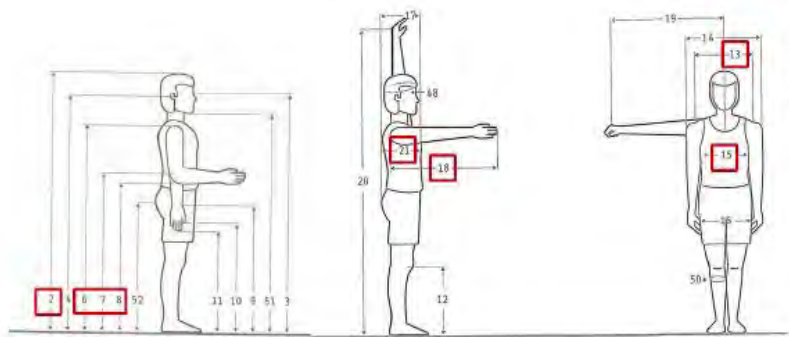
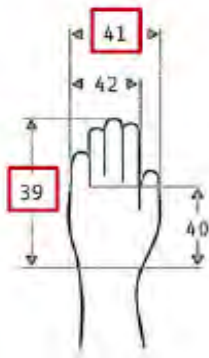


Imagen 105. **Dimensiones Antropométricas humanas extremidades.** Fuente: Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana.



NOTA: la numeración indicada en los gráficos es referencia para identificar las dimensiones antropométricas de la figura 35 indicadas en la tabla 26.

Imagen 106. **Dimensiones Antropométricas humanas manos.** Fuente: Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana.

## 7. REALIZACIÓN.

### 7.1 REALIZACIÓN DE MODELO FORMAL VOLUMÉTRICO.

La realización de un modelo es un paso importante dentro del proceso general de diseño, ya que es la comprobación de todo el proyecto, en la presente tesis se llevó a cabo un modelo formal volumétrico a escala real, tomando en cuenta las nuevas tecnologías de prototipo rápido por control numérico, finalizando con la última fase del modelo general del procesos de diseño, titulada como realización.

La realización del modelo formal volumétrico se llevó a cabo en el taller de materialización 3D, perteneciente a la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco,

Lo primero que se realizó para que se llevara cabo fue el modelado de las piezas en un software de diseño paramétrico como lo es *Solid Words*, se modelaron cada una de las piezas a producirse por separado, ya que la maquina con que cuenta el laboratorio de impresión 3D rápido no cuenta con una bancada tan grande. Ver Imágenes 108 y 109

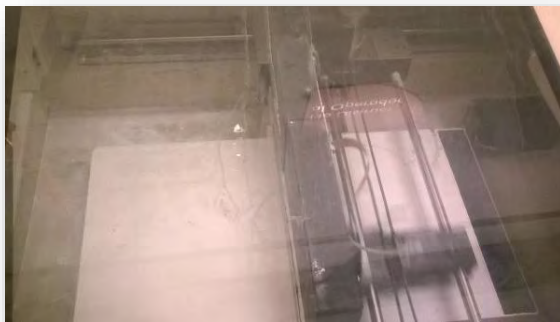


Imagen 107. **Fabricación de modelo en máquina de prototipado rápido.**



Imagen 108. **Análisis de viabilidad de fabricación de modelo.**

Al no contar con espacio suficiente se determinó que se realizaran por partes, es decir, cada pieza del modelo dividido en dos para que se pudieran producir y unirlos posteriormente sólo en el caso de la carcasa. Ver imágenes 110 y 111



Imagen 109. **Modelos realizados divididos en dos partes.**



Imagen 110. **Modelos hembra y macho para ensamblaje.**

Una vez hechas las piezas se procedió a sellarlas con una resina especial del fabricante para que el modelo cuente con mayor dureza y de esa forma poder manipularlas con facilidad. Ver Imágenes 111 y 112

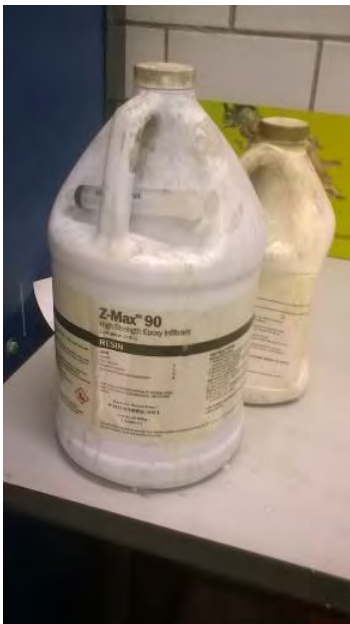


Imagen 111. **Resina especial para sellado de modelos.**



Imagen 112. **Modelos con resina**



Las piezas que simulan los pernos hembra y macho así como también la placa y el broche frontal se realizaron en una máquina de prototipo rápido de hilo de polietileno dodo a que le dan a las piezas mayor dureza y también caben en la bancada. Ver Imagen 113

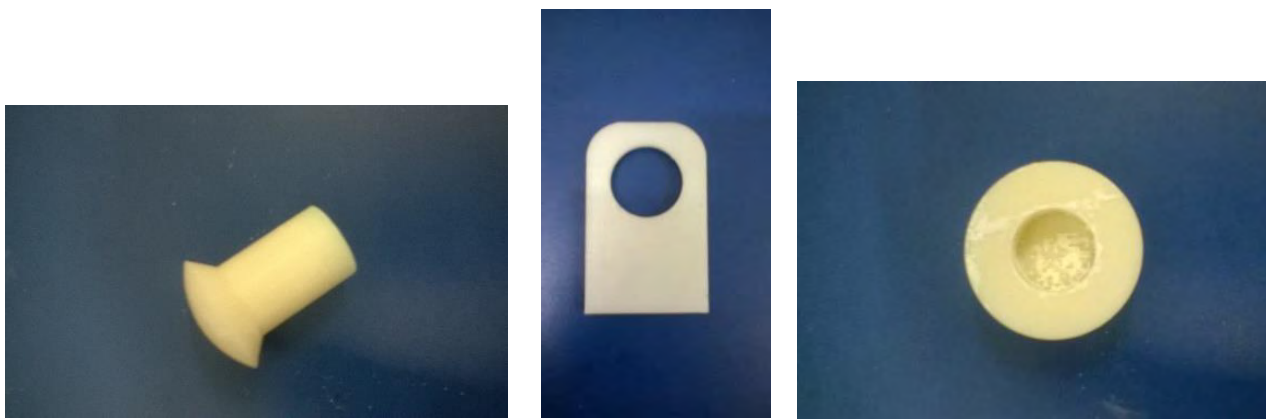


Imagen 113. **Modelos de perno macho, perno hembra y placa sujetadores en hilo de polietileno.**

El sistema portátil de transportación y conservación de órganos renales humanos para trasplante cuentan con las medidas adecuadas de altura, ancho y profundidad para la transportación de órganos renales humanos. Ver Imágenes 114 y 115



Imagen 114 y 115. **Modelo ensamblado y terminado**

## **7.2 ESTUDIO DE MERCADO.**

Los actuales sistemas de transportación y conservación de órganos renales humanos para su trasplante utilizado actualmente por el sector salud, no son equipos especializados para dicho fin, ya que son para un fin doméstico.

Nuestro cliente potencial es el sector salud nacional como lo son hospitales del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMMS), ISSSTE, SSA, entre otros; que cuenten con alguna licencia de procuración y transportación de órganos, los cuales están directamente involucrado en dichas actividades.

Los usuarios potenciales en este caso son las enfermeras, doctores, entre otros, que están encargados de transportar los órganos renales humanos de un hospital a otro ya sea por vía terrestre o aérea.

La compra del producto será directamente proporcional a medida que sea requerido el producto y fortuitamente desgastado por el uso o deshecho del mismo y podrá ser repuesto por este sin ningún contratiempo; pero se esperan vender 30 unidades mensuales, esto de acuerdo con los hospitales que cuentan con una licencia de extracción de órganos que son alrededor de 450 en todo el país.

La forma de mantener la temperatura de 4 a 6 grados centígrados además de ser innovadora es fácil de aplicar en el sistema, no genera residuos como líquidos u otra especie de esta índole, solo genera lo del contenedor y es fácil de desechar; la gran ventaja que tiene con respecto a lo anterior es su fácil mantenimiento que se le puede dar a este y su reutilización.

Al ser un producto especializado para la transportación y conservación de los órganos renales humanos, este se adapta a las necesidades adquiridas durante el proceso, ya que cuenta con materiales que resiste tanto al medio ambiente extremo como a la conservación óptima de dichos órganos a comparación con los productos existentes y/o análogos que los diseñados y fabricados para tal fin y eso da gran ventaja a nuestro producto con respecto a los mencionados en la tabla de comparaciones de los productos. Es factible posicionar nuestro producto en tiendas especializadas; es decir, que vendan productos como son: sillas para partos, elementos para hospitales y equipo médico en general.



Un punto de venta que será aprovechado por los visitantes, médicos o personas en general son las exposiciones especializadas en equipo médico, en donde la oportunidad de venta se incrementa.

También se hará uso de una publicidad visual con pocos elementos para su comprensión rápida y eficiente. Esta publicidad será a través del denominado internet, revistas especializadas, sección amarilla y en las exposiciones con stands y carteles ilustrativos.

### 7.3 SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LA PROPUESTA DE DISEÑO.

#### PROCESO DE PRODUCCIÓN

En este apartado se presentan los mapeos de procesos, de las actividades para la fabricación del sistema portátil de transportación y conservación de órganos renales humanos para trasplante.

Respecto a las actividades para la fabricación del producto, estas fueron clasificadas con base en los materiales empleados y los procesos respectivos, así se identificaron las siguientes áreas: polímeros, metales, textiles y ensamblaje. A continuación se presentan los mapeos de procesos del sistema.

#### ÁREA DE POLÍMEROS.

<b>Carcasa:</b>
Abastecimiento de pellets de polipropileno PP
Abastecimiento de aditivos y pigmentos
Roto moldeó
Desmolde de carcasa
Inspección y control de calidad

Mapeo de procesos 1. **CARCASA.**

<b>Receptáculo</b>
Abastecimiento de pellets de polipropileno PP
Roto moldeó
Desmolde de receptáculo.
inspección - control de calidad

Mapeo de procesos 2. **RECEPTÁCULO.**

<b>Tapón de Receptáculo</b>
Abastecimiento de pellets de polipropileno PP
Roto moldeo
Desmolde de tapón receptáculo.
inspección - control de calidad

Mapeo de procesos 3. **TAPÓN DE RECEPTÁCULO.**

## ÁREA DE METALES.

<b>Perno Macho</b>
Abastecimiento de barra redonda de aluminio
Dimensionar pieza
Corte de pieza
Torneado - maquinado de cuerda
Fresado
Inspección y control de calidad

Mapeo de procesos 4. **PERNO MACHO.**

<b>Perno Hembra</b>
Abastecimiento de barra redonda de aluminio
Dimensionar pieza
Corte de pieza
Torneado - maquinado de cuerda
Fresado
Inspección y control de calidad

Mapeo de procesos 5. **PERNO HEMBRA.**

<b>Placa Sujetadora</b>
Abastecimiento de placa de aluminio 6 mm.
Dimensionar pieza
Corte por chorro de agua
Avellanado de barreno a 45° de 2mm de profundidad
Inspección y control de calidad

Mapeo de procesos 6. **PLACA SUJETADORA.**

## TEXTILES:

<b>Maquila de Textil cinturón</b>
Abastecimiento de rollo de fibras de poliéster SP/UP
Dimensionar tamaño del cinturón
Corte de cinturón
Inspección y control de calidad
Traslado al área de costura.

Mapeo de procesos 7. **MAQUILA DE TEXTIL CINTURÓN.**

<b>Área de costura</b>
Abastecimiento de hilos
Abastecimiento de cinturones cortados
Abastecimiento de placa sujetadora
Costura cinturón con placa sujetadora
Inspección y control de calidad

Mapeo de procesos 8. **ÁREA DE COSTURA.**

## ÁREA DE ENSAMBLE:

<b>Sub – Ensamble</b>
Abastecimiento de receptáculo.
Abastecimiento de gel refrigerante.
Abastecimiento de tapón receptáculo.
Llenado de receptáculo de gel refrigerante.
Colocación de tapón en el receptáculo.
Termo sellado de tapón receptáculo.
Inspección y control de calidad.











Mapeo de procesos 9. **Área de sub-ensamble.**

<b>ENSAMBLAJE TERMINAL</b>
ABASTECIMIENTO DE ARNES
ABASTECIMIENTO DE PLACA - CINTURON
ABASTECIMIENTO DE PERNO MACHO
ABASTECIMIENTO DE PERNO HEMBRA
ABASTECIMIENTO DE BROCHE FRONTAL
ABASTECIMIENTO DE EMPAQUE GROMMET
ABASTECIMIENTO DE TERMOMETRO ANALOGO
ABASTECIMIENTO DE EMPAQUE SUPERIOR
ABASTECIMIENTO DE EMPAQUE INFERIOR.
ABASTECIMIENTO DE SUB-ENSAMBLE
COLOCACION DE ARNES EN CINTURON
COLOCACION DE PERNO MACHO A CARCASA Y PLACA
COLOCACION DE PERNO HEMBRA A PERNO MACHO
COLOCACION DE BROCHE FRONTAL A CARCASA
COLOCACION DE DE EMPAQUE GROMMET
COLOCACION Y FIJACION DE TERMOMETRO ANALOGO
COLOCACION DE EMPAQUE SUPERIOR
COLOCACION DE EMPAQUE INFERIOR
COLOCACION DE SUB-ENSABLE
INSPECCION DE CALIDAD
TRANSPORTACION DE OBJETO ENSAMBLADO











Mapeo de procesos 10. **Ensamblaje Terminal.**

A partir de la información anterior se desarrollaron los diagramas de flujo empleados en la fabricación del “**Sistema Portátil de Transportación y Conservación de Órganos Renales Humanos para Trasplante**” los cuales se presentan a continuación:











## ÁREA POLÍMEROS.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA					DISTANCIA	TIEMPO	OBSERVACIONES
CARCASA						METROS	MINUTOS	
ABASTECIMIENTO DE PELLETS DE PP.					X	5	3	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
ABASTECIMIENTO DE ADITIVOS Y PIGMENTOS.					X	5	3	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
ROTMOLDEO.	X					1.5	5	
DESMOLDE	X					1.5	2	SEPARACIÓN DE LA PIEZA DE MOLDE
INSPECCIÓN-CONTROL DE CALIDAD					X	1.5	N/A	
TRANSPORTE DE CARCASA		X				3	1	ÁREA DE SUBENSAMBLE.
<b>TOTAL</b>						<b>17.5</b>	<b>17</b>	
 Operación.  Inspección  Transporte.  Abastecimiento.  Espera.								

### Diagrama de flujo 1. Carcasa.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA					DISTANCIA	TIEMPO	OBSERVACIONES
RECEPTACULO						METROS	MINUTOS	
ABASTECIMIENTO DE PELLETS DE PP.					X	5	3	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
ROTMOLDEO.	X					1.5	3	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
DESMOLDE	X					1.5	5	SEPARACIÓN DE LA PIEZA DE MOLDE
INSPECCION-CONTROL DE CALIDAD					X	1.5	N/A	
TRANSPORTE DE RECEPTACULO		X				3	1	ÁREA DE SUBENSAMBLE.
<b>TOTAL</b>						<b>12.5</b>	<b>15</b>	
 Operación.  Inspección  Transporte.  Abastecimiento.  Espera.								

### Diagrama de flujo 2. Receptáculo.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA					DISTANCIA	TIEMPO	OBSERVACIONES
TAPON RECEPTACULO						METROS	MINUTOS	
ABASTECIMIENTO DE PELLETS DE PP.					X	5	3	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
INYECCIÓN.	X					1.5	3	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
DESMOLDE	X					1.5	5	SEPARACIÓN DE LA PIEZA DE MOLDE
INSPECCION-CONTROL DE CALIDAD					X	1.5	N/A	
TRANSPORTE DE TAPON RECEPTACULO		X				3	1	ÁREA DE SUBENSAMBLE.
<b>TOTAL</b>						<b>12.5</b>	<b>15</b>	
 Operación.  Inspección  Transporte.  Abastecimiento.  Espera.								

### Diagrama de flujo 3. Tapón Receptáculo.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA					DISTANCIA	TIEMPO	OBSERVACIONES
	●	→	☀	■	▼	METROS	MINUTOS	
<b>BROCHE</b>								
ABASTECIMIENTO DE PELLETS DE POLIPROPILENO					X	5	3	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
ABASTECIMIENTO DE ADITIVOS Y PIGMENTOS					X	5	3	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
INYECCIÓN	X					2	1	HECHURA Y DESMOLDE DE LA PIEZA
INSPECCIÓN - CONTROL DE CALIDAD				X		1	N/A	
TRANSPORTE DE PLACA SUJETADORA		X				3	1	ENSAMBLE TERMINAL.
<b>TOTAL</b>						16	8	

Diagrama de flujo 4. **Broche.**

## ÁREA METALES

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA					DISTANCIA	TIEMPO	OBSERVACIONES
	●	→	☀	■	▼	METROS	MINUTOS	
<b>PERNO MACHO</b>								
ABASTECIMIENTO DE PLACA DE ROLL DE ALUMINIO					X	5	3	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
DIMENSIONAR PIEZA	X					1.5	1.5	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
CORTE CHORO DE AGUA	X					1.5	2.5	LLEGADA AL ÁREA DE METALES
TORNEADO	X					1.5	6	HECHURA DE CUERDA
FRESADO	X					1.5	2.5	CORTE FINAL
INSPECCION CONTROL DE CALIDAD				X		1	N/A	
TRANSPORTE PERNO MACHO		X				3	1	ÁREA DE ENSAMBLE TERMINAL.
<b>TOTAL</b>						15	16.5	

Diagrama de flujo 5. **Perno Macho.**

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA					DISTANCIA	TIEMPO	OBSERVACIONES
	●	→	☀	■	▼	METROS	MINUTOS	
<b>PERNO HEMBRA</b>								
ABASTECIMIENTO DE PLACA DE ROLL DE ALUMINIO					X	5	3	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
DIMENSIONAR PIEZA	X					1.5	1.5	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
CORTE CHORO DE AGUA	X					1.5	2.5	LLEGADA AL ÁREA DE METALES
TORNEADO	X					1.5	6	HECHURA DE CUERDA
FRESADO	X					1.5	2.5	CORTE FINAL
INSPECCION CONTROL DE CALIDAD				X		1	N/A	
TRANSPORTE PERNO MACHO		X				3	1	ÁREA DE ENSAMBLE TERMINAL.
<b>TOTAL</b>						15	16.5	

Diagrama 6. **Perno Hembra.**











DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA					DISTANCIA	TIEMPO	OBSERVACIONES
PLACA SUJETADORA						METROS	MINUTOS	
ABASTECIMIENTO DE PLACA DE ALUMINIO 6 mm.					X	6	3.5	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
DIMENSIONAR PIEZA	X					1.5	1.5	
CORTE CHORO DE AGUA	X					1.5	3.5	
AVELLANADO	X					1.5	2.5	A 45° CON 2mm. DE PROFUNDIDAD SOBRE EL BARRENO.
INSPECCIÓN - CONTROL DE CALIDAD				X		1.5	N/A	
TRANSPORTE DE PLACA SUJETADORA		X				3	1.5	ÁREA DE COSTURA.
<b>TOTAL</b>						15	12.5	
 Operación.  Transporte.  Espera.  Inspección.  Abastecimiento.								

Diagrama 7. Placa Sujetadora.











DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA					DISTANCIA	TIEMPO	OBSERVACIONES
ARNÉS						METROS	MINUTOS	
ABASTECIMIENTO DE PLACA DE ALUMINIO 6 mm.					X	5.5	3.5	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
DIMENSIONAR PIEZA	X					1.5	1.5	
CORTE CHORO DE AGUA	X					1.5	3.5	
TRANSPORTE DE PIEZA		X				1.5	1.5	ÁREA DE TROQUELADO.
TROQUELADO DE FLEXIÓN	X					N/A	0.1	DAR FORMA A PIEZA.
INSPECCION CONTROL DE CALIDAD				X		1.5	N/A	
TRANSPORTE DE ARNÉS		X				3.5	1.5	ÁREA DE ENSAMBLAJE TERMINAL
<b>TOTAL</b>						15	11.6	
 Operación.  Transporte.  Espera.  Inspección.  Abastecimiento.								

Diagrama 8. Arnés.

## ÁREA TEXTILES.











DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA					DISTANCIA	TIEMPO	OBSERVACIONES
Maquila Textil de Cinturón						METROS	MINUTOS	
ABASTECIMIENTO DE ROLLO POLIESTER					X	6	4	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
DIMENSIONAR CINTURÓN	X					1.5	1	
CORTE DE CINTURÓN	X					1.5	1	
INSPECCIÓN - CONTROL DE CALIDAD				X		1.5	N/A	
TRANSPORTE DE CINTURÓN		X				4	1	ÁREA DE COSTURA
<b>TOTAL</b>						14.5	7	
 Operación.  Transporte.  Espera.  Inspección.  Abastecimiento.								

Diagrama 9. Maquila textil de cinturón.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA					DISTANCIA	TIEMPO	OBSERVACIONES
ÁREA DE COSTURA DE CINTURÓN	●	→	⊙	■	▼	METROS	MINUTOS	
ABASTECIMIENTO DE HILOS					X	6	4	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
ABASTECIMIENTO DE CINTURONES CORTADOS					X	4	2	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
ABASTECIMIENTO DE PLACA SUJETADORA					X	6	3.5	LLEGADA DEL ÁREA DE METALES
COSTURA	X					2	2.5	UNIÓN DE PLACA SUJETADORA CON CINTURÓN
INSPECCION CONTROL DE CALIDAD				X		2	N/A	
TRANSPORTE DE AISLANTE TÉRMICO		X				7	2	ÁREA DE ENSAMBLE TERMINAL.
<b>TOTAL</b>						<b>27</b>	<b>16</b>	
<div> <div>● Operación.</div> <div>→ Transporte.</div> <div>⊙ Espera.</div> <div>■ Inspección</div> <div>▼ Abastecimiento.</div> </div>								

Diagrama 10. Área de costura de cinturón.

## SUB-ENSAMBLE

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA					DISTANCIA	TIEMPO	OBSERVACIONES
SUB-ENSAMBLE	●	→	⊙	■	▼	METROS	MINUTOS	
ABASTECIMIENTO DE SUB-ENSAMBLE 1					X	5	3	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
ABASTECIMIENTO DE GEL REFRIGERANTE.					X	3	3	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
ABASTECIMIENTO DE TAPON DE RECEPTACULO					X	3	5	LLEGADA DEL DISTRIBUIDOR HASTA EL ÁREA DE TRABAJO
LLENADO DE RECEPTACULO GEL REFRIGERANTE	X					2	5	
COLOCACION Y TERMO SELLADO DE TAPON EN R	X					1.5	2	
INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD				X		1.5	N/A	
TRANSPORTACIÓN DEL OBJETO AL ÁREA DE ENSAMBLAJE FINAL		X				5	1.5	ÁREA DE SUB-ENSAMBLE 2.
<b>TOTAL</b>						<b>21</b>	<b>19.5</b>	
<div> <div>● Operación.</div> <div>→ Transporte.</div> <div>⊙ Espera.</div> <div>■ Inspección</div> <div>▼ Abastecimiento.</div> </div>								

Diagrama 11. Sub-ensamble.



## ENSAMBLAJE FINAL

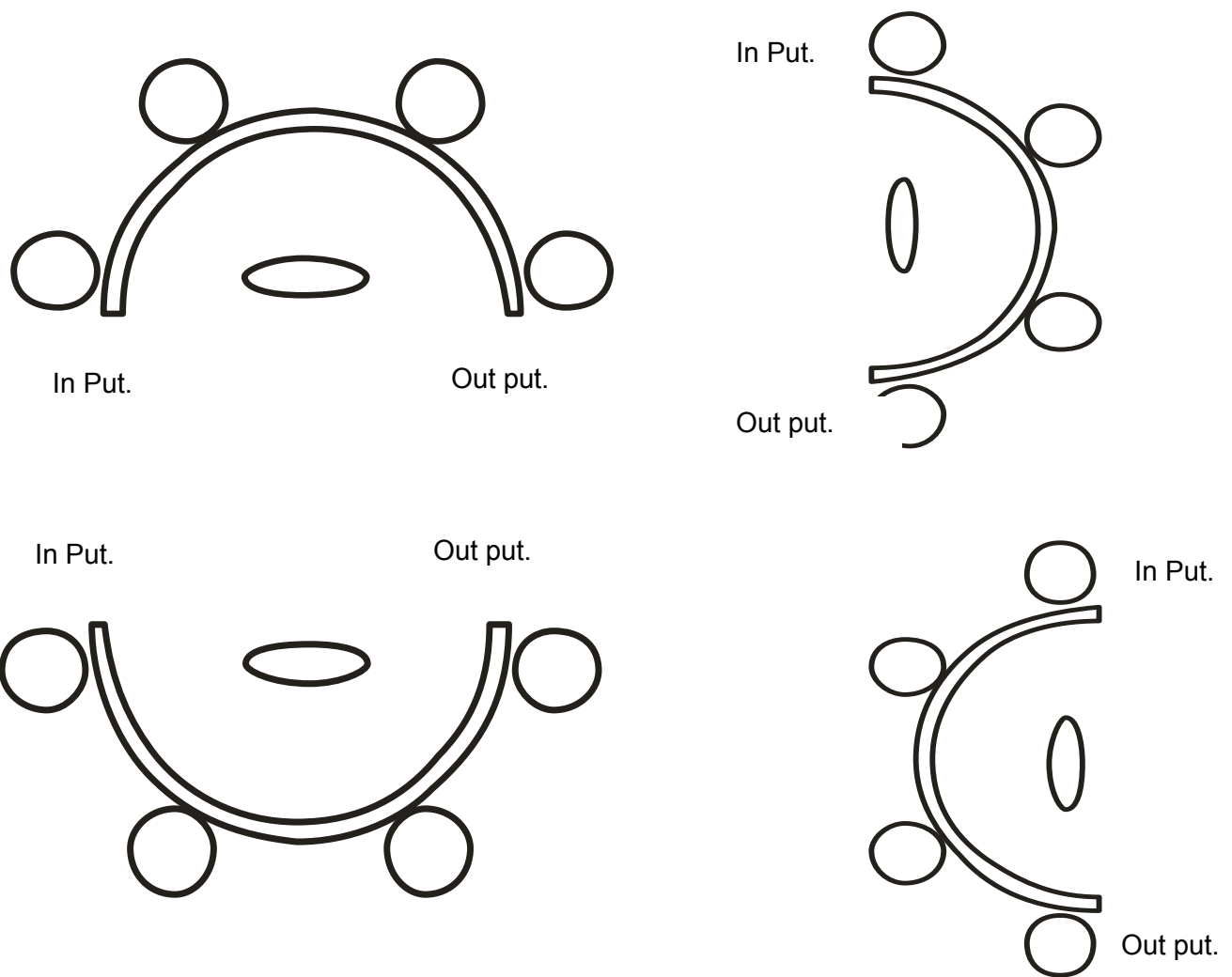
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA				DISTANCIA METROS	TIEMPO MINUTOS	OBSERVACIONES
	●	→	⊙	■			
ENSAMBLAJE TERMINAL							
ABASTECIMIENTO DE ARNES					X	3	2
ABASTECIMIENTO DE PLACA - CINTURON					X	4	2.5
ABASTECIMIENTO DE CARCASA					X	3	2.5
ABASTECIMIENTO DE PERNO MACHO					X	4	2.5
ABASTECIMIENTO DE PERNO HEMBRA					X	4	2.5
ABASTECIMIENTO DE BROCHE FRONTAL					X	4	2.5
ABASTECIMIENTO DE EMPAQUE GROMMET					X	4	2.5
ABASTECIMIENTO DE TERMOMETRO ANALOGO					X	4	2.5
ABASTECIMIENTO DE EMPAQUE SUPERIOR					X	4	2.5
ABASTECIMIENTO DE EMPAQUE INFERIOR					X	4	2.5
ABASTECIMIENTO DE SUB-ENSAMBLE					X	4	2.5
COLOCACION DE ARNES EN CINTURON	X					N/A	2.5
COLOCACION DE PERNO MACHO A CARCASA Y PLACA	X					N/A	2.5
COLOCACION DE PERNO HEMBRA A PERNO MACHO	X					N/A	0.5
COLOCACION DE BROCHE FRONTAL A CARCASA	X					N/A	0.5
COLOCACION DE EMPAQUE GROMMET	X					N/A	1
COLOCACION Y FIJACION DE TERMOMETRO ANALOGO	X					N/A	1
COLOCACION DE EMPAQUE SUPERIOR	X					N/A	0.5
COLOCACION DE EMPAQUE INFERIOR	X					N/A	0.5
COLOCACION DE SUB-ENSABLE	X					N/A	0.5
INSPECCION DE CALIDAD				X		1	N/A
TRANSPORTACION DE OBJETO ENSAMBLADO		X				3	1.5
<b>TOTAL</b>					<b>46</b>	<b>38.5</b>	
<div> <div>● Operación.</div> <div>→ Transporte.</div> <div>⊙ Espera.</div> <div>■ Inspección</div> <div>▼ Abastecimiento.</div> </div>							

Diagrama 12. Ensamblaje final.

En cuanto a la factibilidad de la producción para el artefacto denominado **“SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ÓRGANOS RENALES HUMANOS PARA TRASPLANTE”**, se tiene como punto focal el proceso productivo inmerso en la tecnología actual ya instalada en diferentes empresas en nuestro país, dicho proceso es conocido como Just In Time (JIT) ó Justo a Tiempo, fundamentalmente y de acuerdo a sus creadores se plantea como: **“Suplir en cada proceso la materia prima y partes en las cantidades necesarias justo en el tiempo requerido”**., tomando para la producción del presente sistema diseñado, lo referente a la herramienta y método de las células de producción, por considerar que es la adecuada para los propósitos del diseño propuesto.

El sistema de producción Justo a Tiempo, surge y fue desarrollado en Japón durante la década de los años 70's del siglo veinte por la empresa fabricante de autos Toyota, sus precursores Shigeo Shingo y Yoji Akao, desarrollaron herramientas innovadoras y de cambio significativo en la industria de producción tradicional, tales herramientas se pueden sintetizar, así como evidenciar entre las más importantes de la siguiente manera:

- Kan-Ban: Intercambio de tarjetas amarillas., aquí se considera un mercadeo interno a través de tarjetas que sirven para la compra interna de "mercancía" o materia prima del proceso anterior para cada proceso.
- Andon: Semáforo de proceso., convencionalmente luces indicadoras que identifican:
  - Verde, proceso adecuado en marcha.
  - Ámbar, proceso con variación y supervisado.
  - Rojo, paro en el proceso.
- Poka- Yoke: Dispositivos a prueba de errores., planeación y desarrollo de productos y dispositivos para minimizar posibles errores humanos.
- SMED: Single Minute Exchange of Die (intercambio de troqueles en un minuto)., prevalece el aspecto de la reducción de tiempo hasta en un sesentavo ( $1/60$ ) las actividades desarrolladas de manera tradicional.
- OTED: One Touch Exchange of Die (intercambio de troqueles con un toque), se asume la intervención de la automatización, implicando la asistencia de los sistemas de diseño, ingeniería y manufactura asistidos por computadora.
- Cells: La producción se establece en las denominadas células de producción supliendo a la tradicional línea de producción fordiana, estableciendo mejoras y reducción de costos de producción y mano de obra, en donde se consideran una disposición de cuatro a seis máquinas en proceso, dependiendo sobre todo del tipo de material por manufacturar y de un solo operario polivalente, capacitado para tal actividad. La disposición de cada una de las células puede tener las siguientes variantes dependiendo correlativamente a la propia disposición de Lay-out:



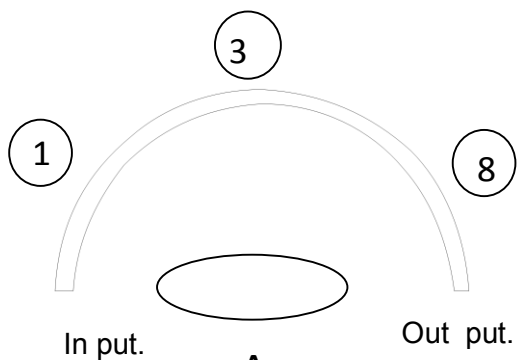
Esquema1 de producción.

El planteamiento de la producción por células tiene la disposición en cuanto al lado izquierdo del operario un input o entrada de materia prima o material de la célula anterior., la actividad en el proceso de producción se realiza de izquierda a derecha ó comúnmente reconocido como en el sentido de las manecillas del reloj., al lado derecho del operario se obtiene una output o salida, que se le denomina como producto terminado o material para el ingreso a la célula siguiente., cabe hacer notar que las consideraciones establecidas arriba no se llevan a cabo durante las actividades de sub ensamblaje y

ensamblaje general, que conducirá a la obtención de un producto terminado o subsistema solicitado por el cliente.

Estando acorde con el sistema de producción Just In Time, se tiene que las células de producción benefician ampliamente la reducción de tiempo del proceso además de tener un fuerte impacto en la reducción de costos en cuanto a la fabricación y su implicación con los tiempos de entrega, además de la mano de obra empleada.

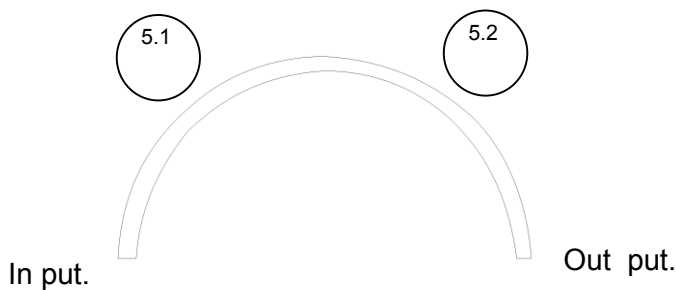
De lo anteriormente citado se implantó la lay-out para la producción del artefacto diseñado, por lo que a continuación se presenta la misma.



- 1. INYECCIÓN, POLIPROPILENO.
- 3. ROTOMOLDEO, POLIPROPILENO.
- 8. ROTOMOLDEO, POLIPROPILENO.

Esquema de producción 2. Célula de producción para piezas de polímeros. Elaboración propia.

PIEZAS 1, 3,8



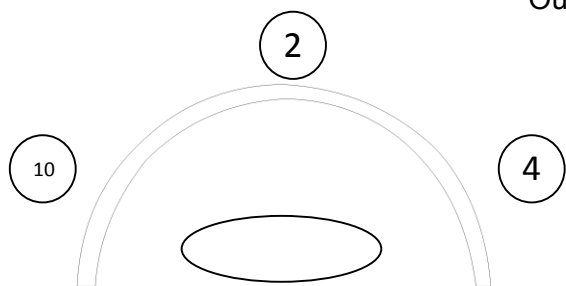
- 5.1 CORTE, TEXTIL.
- 5.2 TERMINADO, TEXTIL.

PIEZA 5.

C

Esquema de producción 3. Célula de producción para el cinturón. Elaboración propia.

In put. Out put.



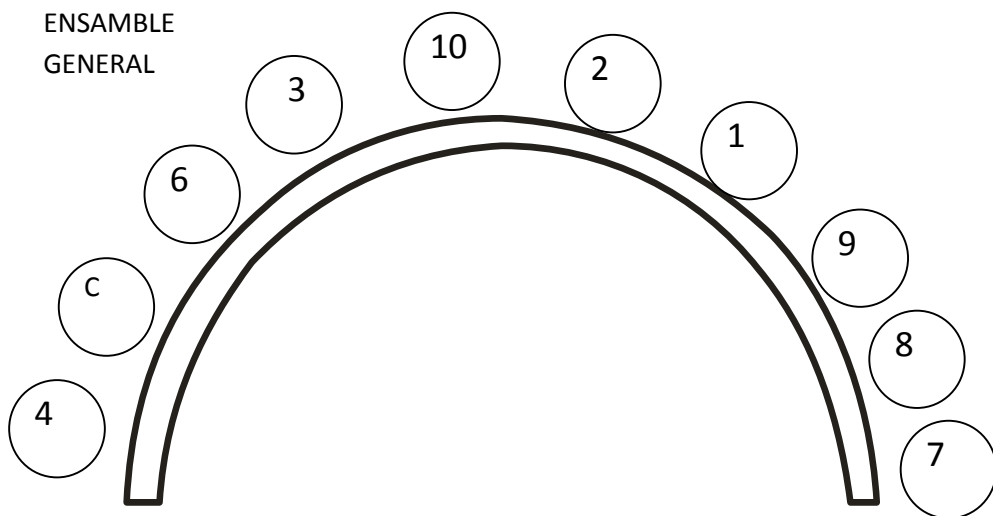
- 10. ALUMINIO, TORNEADO.
- 2. ALUMINIO, TORNEADO.
- 4. ALUMINIO, FRESADO.

B

PIEZAS 10,2,4.

Esquema de producción 4. Célula de producción para piezas de aluminio. Elaboración propia.

ENSAMBLE GENERAL



In put.

- 4. PLACA SUJETADORA CINTURON.
- C. CINTURON.
- 6. ARNES.
- 3. CARCASA
- 10. PERNO UNIÓN MACHO.
- 2. PERNO UNIÓN HEMBRA.
- 1. RECEPTACULO
- 9. TERMÓMETRO.
- 8. BROCHE SUJETADOR FRONTAL.
- 7. MIRILLA.

Esquema de producción 5. Célula de producción para ensamble general.

Out put.

- 1. Sistema de transportación y conservación de órganos renales humanos para trasplante.

## 7.4 COSTOS DE LA PROPUESTA DE DISEÑO

En este apartado se presenta la estimación de costos del producto diseñado, los cuales están en función del sistema de producción por células, derivado del Just in Time, establecidos por precio unitario de producción asignadas a cada una de las piezas requeridas, en el producto propuesto, teniendo en cuenta que se obtenga una producción industrial de 30 piezas mensuales.

También son considerados de manera relevante, y en adición al precio resultante de la estimación, los costos de mano de obra para el ensamblaje, obteniendo como resultado el precio total del producto terminado con la pertinente factibilidad de ser transportado para su distribución y venta:

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
1	EMPAQUE SUPERIOR	PZA.	\$3.00	1	\$3.00
2	RECEPTACULO	PZA.	\$90.00	1	\$90.00
3	GEL REFRIGERANTE	KG.	\$100.00	3	\$300.00
4	TAPON DE RECEPTACULO	PZA.	\$30.00	1	\$30.00
5	MIRILLA	PZA.	\$50.00	1	\$50.00
6	CARCASA	PZA.	\$200.00	1	\$200.00
7	ARNES	PZA.	\$50.00	1	\$50.00
8	CINTURON DE POLIPROPILENO	PZA.	\$50.00	1	\$50.00
9	PLACA SUJETADORA	PZA.	\$80.00	2	\$160.00
10	EMPAQUE INFERIOR	PZA.	\$3.00	1	\$3.00
11	TERMOMETRO ANALOGO	PZA.	\$277.33	1	2.77.30
12	EMPAQUE GROMMET	PZA.	\$3.00	1	\$3.00
13	BROCHE	PZA.	\$50.00	1	\$50.00
14	PERNO UNION MACHO	PZA.	\$100.00	2	\$200.00
15	PERNO UNION HEMBRA	PZA.	\$100.00	2	\$200.00
<b>TOTAL</b>					\$1,389.00

Tabla 32. Costo total de materiales del producto.

OPERADOR	SALARIO MINIMO
ROTOMOLDEADOR 1	\$250.00
ROTOMOLDEADOR 2	\$250.00
INYECTOR DE PLASTICO	\$200.00
INYECTOR Y SELLADOR DE GEL	\$200.00
COSTURERO	\$250.00
MECANICO TORNERO Y FRESERO	\$250.00
ENSAMBLADOR 1	\$350.00
ENSAMBLADOR 2	\$350.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$2,100.00</b>

Tabla 33. **Tabla de costo de producción mano de obra.**

**NOTA:** Salarios en relación a la Comisión Nacional de Salarios Mínimos.

#### MANO DE OBRA

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO	REND	MONTO
16	ROTOMOLDEADOR 1	JORNADA	\$250.00	20	\$250.00
17	ROTOMOLDEADOR 2	JORNADA	\$250.00	15	\$250.00
18	INYECTOR DE PLASTICO	JORNADA	\$200.00	20	\$200.00
19	INYECTOR Y SELLADOR DE GEL	JORNADA	\$200.00	20	\$200.00
20	COSTURERO	JORNADA	\$250.00	20	\$250.00
21	MECANICO TORNERO Y FRESERO	JORNADA	\$250.00	20	\$250.00
22	ENSAMBLADOR 1	JORNADA	\$350.00	6	\$350.00
23	ENSAMBLADOR 2	JORNADA	\$350.00	6	\$350.00
	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>\$2,100.00</b>

Tabla 34. **Costo Total de Producción Mano de Obra.**

<b>HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>	
<b>CONCEPTO</b>	<b>COSTO</b>
En posibilidad de uso de: CORTADORA	\$ 360.00
En posibilidad de uso de: ROTOMOLDEADORA	\$ 640.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1000.00</b>

Tabla 35. **Tabla costo herramienta y equipo.**

<b>COSTO TOTAL</b>	
<b>CONCEPTO</b>	<b>COSTO</b>
MATERIALES	\$ 1,389
SALARIOS	\$ 2,100
HERRAMIENTAS	\$ 1,000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 4,489.00</b>

Tabla 36. **Costo total del producto.**

El costo total como se puede observar es únicamente para la producción, teniendo en consideración el agregado de utilidad, publicidad, entre otros.



## **.8. CONTRIBUCIÓN AL DISEÑO.**

El diseño industrial es una disciplina que da respuestas a diferentes problemáticas en la vida cotidiana, así como actividades específicas para mejorar la calidad de vida de las personas y también resolver situaciones en desajuste o que no se estén llevando a cabo de forma ideal.

La presente tesis propone, mediante el diseño industrial, contribuir significativamente al ámbito del sector salud en referencia con el proceso de transportación de órganos renales humanos con fines de trasplante.

El diseño del **“Sistema de Transportación y Conservación de Órganos Renales Humanos para Trasplante”**, es un artefacto que ayuda de manera importante en la transportación de injertos para trasplante de este tipo, ya que el traslado y la conservación de los órganos es fundamental para que el injerto tenga éxito.

La principal contribución al diseño del sistema, es que se mejora el principio de funcionamiento y operación, cuyo fin es el mantener a una temperatura idónea los órganos durante su traslado y aunado con lo anterior, tener un producto especializado para transportar órganos renales humanos de un lugar a otro, el contenedor actualmente utilizado en el sector salud es de tipo doméstico y es utilizado para trasladar cualquier tipo de injerto; si bien hasta hoy ha cumplido con su cometido no es idóneo para dicho fin.

En cuanto a la preservación de la temperatura al interior del contenedor y la forma de mantenimiento que utilizan es muy estorbosa y pesada, dado a que se usa por lo menos alrededor de 5 kg de hielo para mantenerlo en isquemia y/o hipotermia de 4°C a 7°C además de los diferentes líquidos de preservación del propio órgano.

Por otro lado el sistema propuesto utiliza un sistema diferente de enfriamiento y mantenimiento de la isquemia el cual, se basa en un receptáculo que se encuentra al interior del contenedor para dos órganos renales humanos, debido a que solo se pueden llevar este número de injertos por cada ser humano, de polipropileno de alta densidad que a su vez, en su interior, contiene 2 Kg. de gel refrigerante, el cual es el responsable de mantener la temperatura de isquemia y, al utilizarlo, disminuye drásticamente el peso

total del equipo en hasta 14 Kg. Con lo cual se obtiene un contenedor ligero que mantiene la estabilidad térmica mayor tiempo.

La carcasa propuesta de polipropileno de alta densidad con un alma de espuma de poliuretano de 15 mm de espesor hace que el sistema aisle la temperatura del interior al exterior, aunado a lo anterior cuenta con cierre hermético en ambas tapas tanto como superior como inferior, teniendo empaques de neopreno en ambas, dando con ello que se pueda mantener la temperatura idónea de ischemia al interior del sistema y no afecten los factores externos de temperatura, humedad y algún otro contaminante que pudiera introducirse al interior del contenedor así como también evitar fugas de temperatura.

En consideración con lo anterior, el sistema es 100% portátil en el sentido que el peso se reduce considerablemente en hasta un 70% y es idealmente manipulable por su tamaño y porque puede estar en contacto todo el tiempo con las personas encargadas de su transportación y así permanecer a su cuidado.

Por otro lado la carcasa del sistema además de proteger de la temperatura exterior de los órganos renales, también lo protege de golpes que puedan sufrir al momento de la transportación y caídas desde una altura de 1.5 metros. Dada la forma redondeada de las aristas, su utilidad es distribuir y absorber el impacto en caso ocurrir.

El monitoreo de temperatura como visual de los órganos renales humanos para trasplante es de suma importancia, para evitar daños irreversibles que puedan sufrir, debido a que, de lo contrario, no servirían para el fin último que es el trasplante, por eso en la parte frontal del sistema cuenta con un termómetro análogo de bajas temperatura a baja escala para verificar la temperatura al interior del contenedor durante todo el recorrido, esto porque el sistema de transportación y conservación de órganos renales humanos para trasplante tiene que ser sellado y no abierto hasta que llega a su destino, además la tapa superior cuenta con una mirilla de acrílico para verificar visualmente el estado de los injertos y las autoridades aeroportuarias puedan ver el contenido para evitar posibles malos entendidos o manipulaciones que dañen a los órganos.

La contribución del diseño en cuanto a su valor de uso como de función es altamente satisfactoria, contribuyendo con ello a resolver una problemática de carácter social y de salud al mismo tiempo.

En cuanto a la fabricación y costo del producto, es totalmente viable debido a que responde a una necesidad nacional de carácter social y de salud pública, que se puede realizar en nuestro país debido a que tanto la infraestructura como insumos y material para la producción del sistema se encuentran en México, dando con ello una alternativa de transportación de órganos renales para trasplante de forma emergente.

Entre otras cosas la aportación de las pruebas realizadas en productos análogos y órganos renales, para determinar si el gel refrigerante respondería de forma satisfactoria a la conservación de la temperatura de los mismos confrontándolos con el actual conservador hielo, contribuye de manera significativa y satisfactoria para el desarrollo de nuevas propuestas y/o alternativas que se puedan desarrollar posteriormente, en la disciplina del diseño industrial así como también en el posgrado de diseño y desarrollo de productos de esta casa de estudios.

Aunado a lo anterior la metodología seguida para la realización de la presente tesis es de carácter particular debido a las características del propio proyecto, pero basándose en el modelo general del proceso de diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco

## 9. CONCLUSIONES.

En México el sector salud, ha sido uno de los sectores más castigados en cuanto a desarrollo y presupuesto se refiere en los últimos años, sobre todo en el rubro de seguridad social, aunque se han realizado grandes avances en esta cuestión a pesar de lo anterior aún falta mucho que hacer.

En lo referente a los trasplantes, que son una terapéutica realizada en nuestro país para darles esperanza de vida a muchas personas que requieren un órgano o tejido, que no esté funcionando adecuadamente dentro de su organismo, la mayor parte de los trasplantes, así como también las donaciones son realizadas en tipo de instituciones de salud pública o social.

Los principales órganos y tejidos que se trasplantan son el riñón, hígado, corazón y corneas, siendo el primero con mayor demanda pero también con mayor realización de trasplantes.

Para que se lleve a cabo un trasplante es necesario contar con donadores ya sea vivo o de tipo cadavérico que estén dispuestos a otorgar un órgano o tejido a otro ser humano que lo requiera para tener una esperanza de vida.

En lo referente a los donadores del tipo cadavérico en la mayoría de las ocasiones los órganos o tejidos otorgados para trasplantes debe de ser trasladados hasta el lugar donde serán injertados, que cabe destacar que la mayoría son trasladados desde provincia , hasta la Ciudad de México; esto dado por varios factores como demanda, compatibilidad, urgencia, entre otros.

La transportación de órganos y tejidos esta un hospital donde serán trasplantados es un paso muy importante dentro de todo el proceso de trasplante ya que, de no hacerlo adecuadamente pueden sufrir daños irreversibles y no servir para el fin último.

Tanto la conservación como la transportación de los órganos y tejidos durante su traslado deben de cumplir con características muy especiales acotadas tales como identificación, conservación de temperatura, contenedor, entre otras, misionadas en la Ley General de Salud en nuestro país.

Siendo que la mayor parte de los trasplantes realizados son de tipo renal y que aunque la mayoría los injertos son adquiridos por donadores vivos, aun con lo anterior existe un gran porcentaje de donaciones realizadas de personas fallecidas que se requiere que sean transportados hasta el lugar donde será trasplantado.

En México no existe un equipo especializado para la transportación y conservación de órganos renales para trasplante, ya que dicha actividad es realizada en contenedores de tipo doméstico y no reúne los requisitos y características adecuadas para dicho fin, por lo menos no en su totalidad, como control de la temperatura, seguridad tanto en la transportación de los mismos, así como también un controlado y adecuado sistema de conservación de baja temperatura.

Por otra parte la red nacional de salud en materia de trasplantes de órganos renales humanos, se lleva a cabo desde los años sesentas en nuestro país, la cual ha contribuido de manera importante a la salud de muchos mexicanos, y de poderles dar una esperanza de vida a un padecimiento crónico-degenerativo como diabetes, entre otros.

El diseño industrial, como disciplina, puede y debe dar respuestas para el desarrollo del país, incluida la salud, en específico, en el traslado de órganos de tipo renal, contribuyendo con la presente tesis con el diseño y desarrollo de un **“Sistema de Transportación y Conservación de órganos Renales Humanos para trasplante”** el cual ayuda de manera considerable al desarrollo del mismo, aportando con ello, un artefacto especializado para la movilidad de un lugar a otro de los injertos renales, para que se pueda llevar a cabo tal terapéutica.

Teniendo en cuenta que hoy en día, en toda la república mexicana no existe un producto diseñado y fabricado para la transportación de órganos renales humanos para trasplante, y aunado a esto, los que existen, son de origen extranjero y de alto costo, se encuentra el producto diseñado como viable, tomando en cuenta factores como:

1. Un producto diseñado para dicho fin con las consideraciones normativas de la Ley General de Salud vigente en nuestro país.
2. Nicho de mercado fértil en todo el territorio nacional.
3. Fabricación con insumos nacionales.

De acuerdo con la investigación realizada y las pruebas hechas en la elaboración de la presente investigación y como propuesta de funcionamiento del sistema, se encontró que el gel refrigerante como conservador de la temperatura al interior del contenedor, es altamente confiable para que sé que se pueda llevar a cabo la trasportación y conservación de forma adecuada durante todo el recorrido que esta pueda tener, de hasta por doce horas continuas, al lugar u hospital donde será injertado el órgano renal sin ninguna recarga del refrigerante y monitoreando constantemente la temperatura al interior del mismo, aunado a lo anterior teniendo visibilidad en todo momento a los riñones para su revisión de los mismos.

Por otra parte el 100% de la portabilidad de los órganos renales por parte de los procuradores encargados de trasladarlos, es una innovación sin precedentes ya que los contenedores utilizados actualmente son grandes, estorbosos y pesados con el sistema diseñado se propone optimizar tanto el espacio requerido para los injertos como del sistema que los contiene.

En cuanto a la producción del sistema es altamente viable en México dado que todos los insumos como materias primas y maquinaria para su elaboración y producción se encuentran en dentro país dando con ello, un producto nacional emergente que responde a las necesidades del sector salud nacional en cuanto a este rubro.

En cuanto el costo, si bien, no compite en cuanto a precio se refiere con los contenedores actualmente utilizados para dicho fin, el costo beneficio que adquiere el producto diseñado en la presente tesis es muy alto dada su calidad de uso y función que adquiere y la repuesta idónea a una problemática dada que aún no se ha resuelto de manera satisfactoria por el sector salud.

Con la presente tesis, también se sientan las bases para que se puedan desarrollar en el futuro, mejoras al sistema propuesto y con ello diversificar el producto a otros órganos como corazón, páncreas, pulmones, entre otros; que puedan ser trasportados para su trasplante.

También se da un sustento para poder desarrollar nuevas propuestas de diseño y desarrollo de nuevas alternativas para la trasportación y conservación de órganos en nuestro país, tomando en cuenta las nuevas tecnologías tanto para la proyección, así

como también en la implementación de las mismas en los artefactos desarrollados en este país.

Dicho lo anterior se determinó que la propuesta de diseño del “**Sistema Portátil de Transportación y Conservación de Órganos Renales Humanos para Trasplante**” es viable tanto en su funcionamiento, como en sus dimensiones y así también en el empleo de los materiales propuestos en la presente tesis, por lo que los órganos de los cuales es motivo esta investigación se consideran de manera óptima durante todo el proceso de transportación cumpliendo de tal manera con la normativa existente a nivel Nacional

## 10. BIBLIOGRAFÍA.

- ANDREU, L. (2004). *La enfermería y el trasplante de órganos*. MADRID, ESPAÑA: EDITORIAL MÉDICA PANAMERICANA.
- Atlas de Anatomía humana*. (s.f.).
- AYALA, M. (2003). *MITOS Y REALIDADES EN TORNO A LA DONACIÓN Y TRASPLANTE DE ÓRGANOS, TEJIDOS Y CELULAS*. D.F., MÉXICO: TRILLAS.
- Beristain., D. (05 de Julio de 2015). Logística de transportación y distribución de órganos renales. (J. R. Duran, Entrevistador)
- CAMPOS, M. D. (1999). *La experiencia de donar. Estudio antropológico sobre la donación de órganos*. (PRIMERA ed.). D.F.: PLAZA y VALDES EDITORES.
- Campos, M. d. (2003). *La experiencia de donar*. Mexico. D.F: CONACULTA.
- CENATRA. (SEPTIEMBRE-DICIEMBRE de 2013). 25 AÑOS DEL PRIMER TRASPLANTE DE CORAZÓN EN MÉXICO: HACIENDO LATIR LAS ESPERANZAS DE VIDA EN LOS CORAZONES MEXICANOS. (CENATRA, Ed.) *DETRASPLANTES*(33), 17-18. Recuperado el 2014 de OCTUBRE de 25
- CENATRA. (04 de Abril de 2013). *Centro Nacional de Trasplantes*. Recuperado el 04 de Octubre de 2013, de [http://www.cenatra.salud.gob.mx/interior/trasplante\\_estadisticas.html](http://www.cenatra.salud.gob.mx/interior/trasplante_estadisticas.html)
- CENATRA. (SEPTIEMBRE-DICIEMBRE de 2013). DÍA NACIONAL DE LA DONACIÓN Y TRASPLANTE DE ÓRGANOS. LA CIENCIA AL SERVICIO DE LA VIDA. *De Trasplantes*(33), 13-15. Recuperado el 25 de 05 de 2014
- Centro Nacional de Trasplantes. (02 de Julio de 2012). *CENATRA*. Recuperado el 2013 de Octubre de 28, de [http://www.cenatra.salud.gob.mx/interior/trasplante\\_proceso\\_trasplante.html](http://www.cenatra.salud.gob.mx/interior/trasplante_proceso_trasplante.html)
- Domínguez, G. V. (1996). *TRASPLANTES DE ÓRGANOS. Aspectos Jurídicos*. México: Editorial Porrúa.
- EL UNIVERSAL. (30 de NOVIEMBRE de 2002). ¿TRASPLANTE DE ROSTRO? *EL UNIVERSAL*, pág. 4.
- Ibarra, A. (03 de Mayo de 2016). Conservación y Transportación de órganos renales para su Trasplante. (J. R. Duran, Entrevistador) Mexico. D.F.
- L. ANDREU PERIZ, E. F. (2004). HISTORIA DE LOS TRASPLANTES DE ORGANOS. En G. V. A. GUILLÉN SERRA, *LA ENFERMERÍA Y EL TRASPLANTE DE ORGANOS* (págs. 3-12). BUENOS AIRES, ARGENTINA: MEDICA PANAMERICANA.
- LEY GENERAL DE SALUD*. (2014).
- Ley General de salud, Art 122 y Art. 237*. (s.f.).
- Ley General de salud, Art. 325*. (2014). México, D.F.
- Martínez, D. E. (10 de JULIO de 2014). Procesos de preservación de órganos renales. (J. R. Duran, Entrevistador)
- Ramírez, G. (2011). Operativos de traslado de órganos: un corazón en muchas manos. *Detrasplantes*, 12- 15.
- Reglamento Ley General de Salud, Art.10 en materia de Trasplantes*. (2014).



- Salazar, M. A. (2003). *MITOS Y REALIDADES EN TORNO A LA DONACIÓN Y TRASPLANTE DE ÓRGANOS, TEJIDOS Y CELULAS*. D.F., México: Trillas.
- Vega, A. (9 de Septiembre de 2014). El Riñon que no llega. *El Universal*, pág. A8.
- Tippens, E., Paul (2007). Física conceptos y aplicaciones. Séptima edición. Ed Mc Grawhill, Chile. Pág. 330 y 356
- Cuervo, Alfonso. 2007. Repasa con esquemas Fisica.editorial. Oxford university press, México. Pág. 62 y 63.

## 11. CURRICULUM VITAE.

- Diseñador Industrial por parte de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.
- Especialista en Diseño Industrial en el área de Nuevas Tecnologías CAD/CAM, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.
- Diseñador Industrial en la empresa “TEC-FAX” realizando proyectos varios.
- Diseñador Industrial en la revista “LA ASAMBLEA NACIONAL” realizando proyectos varios.
- Ejecutivo de Diseño en la empresa DICI GROUP, Diseño Industrial & Capacitación Integral, proyectos varios.
- Profesor de Asignatura en la Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario Zumpango, en la Licenciatura de Diseño Industrial.
- Profesor Asociado Tiempo Parcial en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Departamento de Investigación y Conocimiento para el Diseño, en la licenciatura de Diseño Industrial.
- Profesor de Asignatura en la Universidad del Distrito Federal en la Licenciatura de Comunicación y Derecho.
- Profesor de Asignatura en la Universidad Tecnológica de México, Campus Ecatepec, en la Licenciatura de Diseño Gráfico y Arquitectura.
- Profesor Asociado Tiempo Completo en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Departamento de Evaluación para el Diseño, en la Licenciatura de Diseño Industrial.
- Profesor Asociado Tiempo Completo en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Departamento de Procesos y Técnicas de Realización en la Licenciatura de Diseño Industrial.

